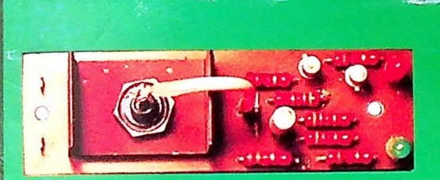
G 4460 EX

Populäre Elektronik

Juni 1978

6/78

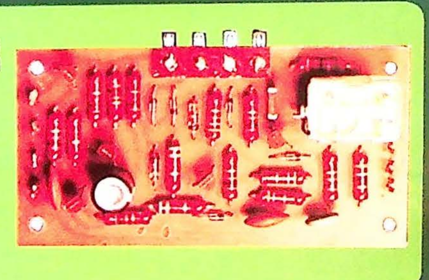
DM 3,–
ös 25,–/sfr 3,50/lfr 52,–



L.E.D.S.

Die universelle Lampen-Kontroll-Schaltung

SENSOR-SCHALTER



Funktionsgrundlagen und Bauvorschläge



DIGITAL-ANALOG-TIMER

1 s bis 120 min in vier Bereichen

·NEUE SERIE "So funktioniert das!"

SEITE 67

Populäre Elektronik



3. Jahrgang Nr. 6, Juni 1978 — Populäre Elektronik erscheint monatlich

Redaktion und Grafische Gestaltung:
K. Becher, J. Kattekamp, W. Leiner, J. Palmen, J. Pas, J. Verstraten
Ständige freie Mitarbeiter:
W. Back, A.F. Hartfiel, W.F. Jacobi, F. Scheel
Verlags– und Anzeigenleiter:
H. Krott
Verlag, Redaktion und Anzeigenverwaltung:
DER PE–Verlag–GmbH, Postfach 1366, 5063 Overath
Telefon: 02206/4242
Geschäftszeiten:
Montag–Freitag 8.30–12.00 und 12.30–17.00 Uhr.
Konten:
Postscheckkonto Köln 295790–507, Kreissparkasse Köln, Zweigstelle Overath/HeiligenhausNr.039/001227
Abonnement:
Siehe Bestellkarte in dieser Ausgabe. Kündigung zum Jahresende ist jederzeit möglich.
Anzeigen:
Es gilt Anzeigenpreisliste Nr.4.
Vertrieb:
IPV Inland Presse Vertrieb GmbH, Wendenstr. 27–29, 2000 Hamburg 1.
Druck:
Locher KG, 5000 Köln 30.
Printed in Germany, Imprime en Allemagne.
Auslandsvertretungen:
Österreich: Messner Ges.mbH, Liebhartsgasse 1, A1160 Wien, Tel.: 0222/925488,951265
Schweiz: SMS–Elektronik, Köllikerstr. 121, 5014 Gretzenbach, Tel.: 064/414 155.

In dieser Ausgabe:

PEPS P.E.-Print-Shop

Auswahl der zur Zeit lieferbaren P.E.-Prints:

Print	Heft-Nr.	Bestellzeichen	Preis
FBI–Sirene	1	SI–a	4,35
Transitest	1	TT–a	6,75
Elektro–Toto–Würfel	1	DS–a	6,60
Carbophon	2	CF–a	6,30
Spannungsquelle	2	GV–a	11,60
MIKRO–Experimentalprogramm	2	MI–a Hauptprint	8,50
		MI–b Trimmerprint	4,95
50–Watt–Modul	3	PA–a	10,95
Kassette im Auto	3	KS–a	3,25
Codeschloß	4	ES–a	7,15
LED–VU–Meter	4	VU–a	9,35
Puffi	5	BU–a	6,40
Minimix	5	MM–a	12,90
Tremolo–Modul	5	TR–a	13,85
Leslie–Modul	6	TR–b	6,35
Signal–Tracer	6	SV–a	13,85
TV–Tonkoppler	6	TV–a	12,55
TTL–Trainer	7	DT–a	29,00
Basisbreite–Modul	7	BB–a	9,10
Loudness–Filter–Modul	8	FV–a	9,70
Mini–Uhr mit Maxi–Display	8	DK–c/d	10,95
Superspannungsquelle	8	SQ–a	13,10
Sinusgenerator in Modultechnik	1/78	SG–a	14,10
Die n–Kanal–Lichtorgel	1/78	LO–c Basisprint	8,30
		LO–d Kanalprint	5,00
Lichtdimmer	1/78	LD–a	6,80
Rauschfilter–Modul	2/78	RF–a	8,90
Goliath–Display	2/78	UD–a/b	10,10
Pausenkanal für n–Kanal–Lichtorgel	2/78	LO–e	5,00
Rechteckzusatz zum Sinusgenerator	3/78	SW–a	7,80
Spannungslupe	3/78	SL–a	5,25
Goliath–Stromversorgung	3/78	GV–e	13,90
O.P.A.	4/78	OP–a	5,35
Logic–probe	4/78	LT–a	5,05
Hall–Modul	4/78	RV–a	8,90
Digital-Meter in Modultechnik	5/78	DM-a/b	19,35
Peacemaker	5/78	PM-a	5,90

P.E.-Prints sind im Fachhandel erhältlich. Lieferung erfolgt auch gegen Vorauszahlung auf unser Postscheckkonto **Köln, 29 57 90-507, DER PE-Verlag-GmbH.**

Print-Vertrieb für Österreich:
Messner & Co. Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien
Tel. 0222/92 54 88/951 265

Print-Vertrieb für die Schweiz:
SMS-Electronic, Köllikerstr. 121
CH-5014 Gretzenbach, Tel. 064/41 23 61

O.K.-ELECTRONIC

Dipl.-Kfm. Oswald Krause
45 Osnabrück
Bramscherstr. 248
Telefon: 0541/682002

Superwiderstandssortiment
Erstklassige Ware aus laufender Fertigung, 5% Toleranz, 1/3 W belastbar, farbkodiert, Mit langen axialen Drahtenden, ausgezeichnet lötbar. Normreihe E 12: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 100 Ohm usw. Insgesamt 61 Werte von 10 Ohm bis 1 Mega-Ohm.
10 x 61 = 610 Stück . . . . . . **DM 32,50**
20 x 61 = 1220 Stück . . . . . . **DM 59,90**
Sortiert und griffbereit verpackt im Fächer-Karton.

Metallfilmwiderstände
1% Toleranz, 1/2 Watt, axiale Anschlüsse, Fabrikat Siemens, lieferbare Werte:
10/22/30/39/51, 1/56, 2/68, 1/75/82/100/121/150/180/200/220/270/301/330/392/470/499/562/681/715/820 Ohm,
1/1,2/1,5/1,8/2/2,21/2,74/3,01/3,32/3,92/4,02/4,7/4,99/5,6/6,8/8,2/10/12/15/18/22,1/27/30,1/33/39/47/56/68/82/100/120/150/182/200/221/270/301/332/470/499/620/681/825 KOhm,
1 MOhm.
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,25

Drahtwiderstände (Vitrohm)
2 Watt, 10%, axial, 10 x 3,5 mm.
Lieferbare Werte:
0,1/0,12/0,15/0,18/0,22/0,27/0,33/0,39/0,47/0,56/0,68/0,82/1,0/1,2/1,5/1,8/2,2/2,7/3,3/3,9/4,7/5,6/6,8/8,2/10 Ohm
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,40

5 Watt, 10%, axial, 25 x 6,4 mm.
Lieferbare Werte:
0,15/0,18/0,22/0,27/0,33/0,39/0,47/0,51/0,56/0,62/0,68/0,82/0,91/1,0/1,2/1,5/1,8/2,2/2,7/3,3/3,9/4,7/5,1/5,6/6,8/8,2/10/12/15/18/22/27/33/39/47/51/56/68/82/100/120/180/220/270/330/390/470/560/680/820/910 Ohm,
1,0/1,2/1,5/1,8/2,0/2,2/2,7/3,3/3,9/4,7/5,1/5,6/6,8/8,2/10/12/15 KOhm.
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,65

11 Watt, 10%, axial, 50 x 9 mm.
Lieferbare Werte:
0,51/0,56/0,68/0,82/1,0/1,2/1,5/1,8/2,2/2,7/3,3/3,9/4,7/5,1/5,6/6,8/8,2/9,1/10/12/15/18/22/27/33/39/47/51/56/68/82/100/120/150/180/220/270/330/390/470/510/560/680/820 Ohm,
1,0/1,2/1,5/1,8/2,2/2,7/3,3/3,9/4,7/5,1/5,6/6,8/8,2/10/12/15/18/22/27/33/39/47 KOhm
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,95

Kohleschicht-Trimmpotentiometer
Hochwertige, offene Ausführung mit PVC-gelagertem Schleifer. Raster 10/5 mm liegend
Widerstandswerte:
100/220/470 Ohm,
1/2,2/4,7/10/22/47/100/220/470 KOhm,
1 MOhm
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,35

Kohleschicht-Trimmpotentiometer
Fabrikat PIHER, Typ 15 Nh, stehende, voll gekapselte Ausführung Raster 10/5 mm.



Widerstandswerte
100/250/500 Ohm,
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm,
1 MOhm
Preis pro Stück nur . . . . DM 0,50

Cermet-Trimmpotentiometer
Fabrikat DALE, Typ 984, 25 Umdrehungen, praktisch unendliche Auflösung, TK 100 ppm/°C, Nennlast 1 W, Raster 12,5/5 mm.
Widerstandswerte
10/20/50/100/200/500 Ohm,
1/2/5/10/20/25/50/100/200/250/500 K-Ohm,
1/2 MOhm.
Preis pro Stück nur . . . . DM 3,40



Drehpotentiometer
Hochwertige Ausführung (PIHER), 6 mm-Achse, Printanschlüsse
Widerstandswerte:
Mono linear:
100/250/500 Ohm,
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm,
1 MOhm
Mono logarithmisch:
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm,
1 MOhm.
Tandem linear:
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm,
1 MOhm.
Tandem logarithmisch:
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm,
1 MOhm
1 Stück Mono nur . . . . DM 1,75
1 Stück Tandem nur . . . . DM 2,85

Präzisions 10-Gang-Wendelpotentiometer
Drehwinkel 3600°, Nennleistung 2 W, Linearität 0,25%, Temperatur-Koeffizient 1×10^{-5}/°C, Lebensdauer 1 Million Umdrehungen, Achse 6 mm. Mit ausführlichem Datenblatt. Standardwerte:
100/250/500 Ohm,
1/2/5/10/20/50/100 kOhm.
Preis pro Stück nur . . . . DM 19,60

Rundbrücken

Typ	Preis
B 40 C 800	**1,20**
B 40 C 1000	**1,45**
B 40 C 1500	**1,60**
B 80 C 800	**1,30**
B 80 C 1000	**1,60**
B 80 C 1500	**1,75**

Flachbrücken

Typ	Preis
B 40 C 2200/1600	**2,45**
B 40 C 3200/2200	**2,80**
B 40 C 5000/3300	**3,25**
B 80 C 3200/2200	**2,95**
B 80 C 5000/3300	**3,50**

Kunststoff-Kondensatoren
Fabrikat: Siemens MKM,
Rastermaß: 7,5 mm, Toleranz 5%.

250 Volt:

1 n	**0,25**
1,5 n	**0,25**
2,2 n	**0,25**
3,3 n	**0,25**
4,7 n	**0,25**
6,8 n	**0,25**
8,2 n	**0,25**
10 n	**0,25**
12 n	**0,25**
15 n	**0,25**
18 n	**0,25**
22 n	**0,25**
27 n	**0,25**
33 n	**0,25**
39 n	**0,30**
47 n	**0,30**
56 n	**0,35**
68 n	**0,35**
82 n	**0,40**

100 Volt:

100 n	**0,40**
120 n	**0,45**
150 n	**0,45**
180 n	**0,50**
220 n	**0,60**
270 n	**0,75**
330 n	**0,75**
390 n	**0,85**
470 n	**0,90**
560 n	**0,95**
680 n	**0,95**

Raster:
10 mm, 100 V:

1000 n	**1,20**

Elektrolyt-Kondensatoren
Fabrikat: Siemens/Telefunken
Axiale Ausführung

16 Volt:

4,7 uF	**0,50**
100 uF	**0,55**
220 uF	**0,60**
470 uF	**0,80**
1000 uF	**1,00**
2200 uF	**1,55**
4700 uF	**2,75**

4,7 uF	**0,50**
10 uF	**0,50**
22 uF	**0,55**
47 uF	**0,60**
100 uF	**0,65**
220 uF	**0,80**
470 uF	**1,05**
1000 uF	**1,60**
2200 uF	**2,60**
4700 uF	**4,40**

25 Volt:

2,2 uF	**0,50**
10 uF	**0,50**
22 uF	**0,50**
47 uF	**0,50**
100 uF	**0,55**
220 uF	**0,70**
470 uF	**0,85**
1000 uF	**1,40**
2200 uF	**2,20**
4700 uF	**3,40**

40 Volt:

1 uF	**0,50**
2,2 uF	**0,50**

63 Volt:

1 uF	**0,50**
2,2 uF	**0,50**
4,7 uF	**0,50**
10 uF	**0,55**
22 uF	**0,60**
47 uF	**0,65**
100 uF	**0,80**
220 uF	**1,10**
470 uF	**1,60**
1000 uF	**2,60**
2200 uF	**3,90**
4700 uF	**6,80**

Elektrolyt-Kondensatoren
Fabrikat: Rubycon
Ausführung: Radial

15 Volt:

10 uF	**0,25**
22 uF	**0,30**
47 uF	**0,30**
100 uF	**0,40**
220 uF	**0,50**
470 uF	**0,65**
1000 uF	**0,90**
2200 uF	**1,55**

10 uF	**0,35**
22 uF	**0,40**
47 uF	**0,45**
100 uF	**0,65**
220 uF	**0,75**
470 uF	**1,05**

25 Volt:

10 uF	**0,30**
22 uF	**0,35**
47 uF	**0,40**
100 uF	**0,45**
220 uF	**0,65**
470 uF	**0,80**
1000 uF	**1,20**
2200 uF	**2,10**

25 Volt:

4,7 uF	**0,25**

50 Volt:

1 uF	**0,30**
2,2 uF	**0,35**
4,7 uF	**0,40**
10 uF	**0,45**
22 uF	**0,50**
47 uF	**0,55**
100 uF	**0,65**
220 uF	**0,95**

63 Volt:

1 uF	**0,35**
2,2 uF	**0,40**
4,7 uF	**0,45**
10 uF	**0,50**
22 uF	**0,55**
47 uF	**0,65**

VERSANDSPESEN:

Nachnahme . . . . DM 4,80
Verrechnungscheck . . . . DM 2,50

ANGEBOTSLISTE gegen DM 1,– in Briefmarken

Transistoren

Typ	DM	Typ	DM
AC117K	1,45	BC414C	0,50
AC122	0,95	BC415B	0,45
AC125	0,70	BC415C	0,50
AC126	0,80	BC416B	0,55
AC127	1,40	BC416C	0,60
AC151	1,20	BC516	0,95
AC153KV	1,75	BC517	0,95
AC187K	1,25	BC546B	0,40
AC188K	1,25	BC547B	0,35
AC187/		BC549C	0,40
188K	2,25	BC556B	0,45
AD130	5,95	BC557B	0,35
AD133	3,15	BC559C	0,45
AD139	2,95	BCY58	0,95
AD161	1,65	BF115	1,65
AD162	1,65	BF167	1,25
AF106	1,55	BF173	1,35
AF126	2,10	BF178	1,55
AF139	1,95	BF179C	1,95
AF200	1,75	BF184	1,40
AF201	0,90	BF185	1,40
AF239	1,95	BF194	0,65
AF239S	2,95	BF195	0,65
BC107A	0,55	BF198	0,60
BC107B	0,60	BF199	0,50
BC107C	0,70	BF200	1,80
BC108B	0,60	BF224	0,80
BC108C	0,65	BF241	0,65
BC109B	0,60	BF244C	1,95
BC109C	0,65	BF245B	1,30
BC140 10	1,05	BF245C	1,40
BC140 16	1,15	BF254	0,65
BC141 10	1,00	BF311	1,60
BC141 16	1,20	BF314	1,55
BC147B	0,40	BF494	0,80
BC148B	0,50	BFY90	4,75
BC149C	0,60	BD135	0,95
BC157B	0,60	BD136	0,95
BC158B	0,60	BD137	0,95
BC159B	0,60	BD138	1,00
BC160 10	1,05	BD139	1,05
BC160 16	1,10	BD140	1,05
BC161 10	1,10	BD232	3,45
BC161 16	1,15	BD241	1,90
BC170B	0,22	BD242	2,05
BC170C	0,25	BPW13B	5,95
BC177A	0,60	BPX66P	4,95
BC177B	0,65	BP101	2,40
BC177C	0,75	BU105	4,80
BC178B	0,70	BU108	8,90
BC178C	0,75	BU110	6,30
BC179B	0,75	BU111	5,95
BC179C	0,80	BU126	5,90
BC237B	0,35	BU208	7,95
BC238B	0,35	BU310	6,20
BC238C	0,40	E300	1,80
BC239B	0,35	E430	5,25
BC239C	0,40	2N1613	0,70
BC250C	0,22	2N1711	0,90
BC307B	0,35	2N1893	0,95
BC307B	0,45	2N2218A	0,95
BC308B	0,35	2N2219A	0,95
BC327 25	0,55	2N2646	2,90
BC327 40	0,55	2N3053	1,10
BC328 25	0,45	2N3054	2,95
BC328 40	0,50	2N3055	2,65
BC337 25	0,45	2N3819	1,90
BC337 40	0,50	BDX53B	5,90
BC338 25	0,45	BDX53C	6,50
BC338 40	0,50	BDX54B	6,90
BC413B	0,45	BDX54C	7,90
BC413C	0,50	TIP2955	3,40
BC414B	0,45	TIP3055	3,20

Dioden

Typ	DM
AA 113	0,25
AA 119	0,30
OA 90	0,30
OA 91	0,30
OA 95	0,30
BA 102	0,95
BA 127	0,25
BB 105 A	1,25
BB 105 B	1,30
BPW 12	9,95
BPW 34	8,95
BY 127 D	0,30
1 N 4001 50 V/1 A	0,20
1 N 4002 100 V/1 A	0,20
1 N 4003 200 V/1 A	0,25
1 N 4004 400 V/1 A	0,25
1 N 4005 600 V/1 A	0,30
1 N 4006 800 V/1 A	0,30
1 N 4007 1000 V/1 A	0,30

3 Amp.-Dioden:

Typ	DM
BY 251 200 V	0,85
BY 252 400 V	0,90
BY 253 600 V	0,95
BY 254 800 V	1,05
BY 255 1000 V	1,25
ER 900	0,80

Zenerdioden:

2,7/3,0/3,3/3,9/4,3/4,7/5,1/5,6/6,2/6,8/7,5/8,2/9,1/10/11/12/13/15/16/18/20/22/24/27/30/33/36 Volt

400 mW pro Stück nur . . . . DM 0,35
1,3 W pro Stück nur . . . . DM 0,75

TTL-Digital-IC's

Typ	DM	Typ	DM
SN7400	0,60	SN7476	1,20
SN7401	0,65	SN7480	1,45
SN7402	0,65	SN7483	2,45
SN7403	0,65	SN7484	2,95
SN7404	0,75	SN7485	2,95
SN7405	0,75	SN7486	1,25
SN7406	0,95	SN7489	5,55
SN7407	0,95	SN7490	1,30
SN7408	0,80	SN7491	1,95
SN7409	0,85	SN7492	1,40
SN7410	0,65	SN7493	1,25
SN7412	0,75	SN7494	2,55
SN7413	0,95	SN7495	2,25
SN7416	0,95	SN7496	2,35
SN7417	0,95	SN74100	1,65
SN7420	0,65	SN74102	1,65
SN7425	0,95	SN74105	1,65
SN7427	1,10	SN74107	1,20
SN7428	1,20	SN74121	1,05
SN7430	0,65	SN74122	1,30
SN7432	0,85	SN74123	1,65
SN7437	0,90	SN74124	3,80
SN7440	0,70	SN74132	2,20
SN7442	1,50	SN74141	2,75
SN7445	2,55	SN74150	1,95
SN7446	2,55	SN74151	1,75
SN7447	1,75	SN74153	1,85
SN7448	2,25	SN74154	1,95
SN7450	0,65	SN74155	1,75
SN7451	0,75	SN74164	2,35
SN7453	0,75	SN74190	2,95
SN7554	0,75	SN74191	2,95
SN7460	0,75	SN74192	2,75
SN7470	1,15	SN74193	2,95
SN7472	0,95	SN74196	3,35
SN7473	1,05	SN74247	2,65
SN7474	1,05		
SN7475	1,35		

C-Mos-IC's

Typ	DM	Typ	DM
CD4000	0,65	CD4028	3,65
CD4001	0,75	CD4029	4,75
CD4002	0,75	CD4030	1,85
CD4006	3,90	CD4033	5,70
CD4007	0,75	CD4035	3,95
CD4009	1,95	CD4040	3,95
CD4010	1,95	CD4042	3,60
CD4011	0,75	CD4046	4,90
CD4012	0,75	CD4049	1,95
CD4013	1,95	CD4050	1,95
CD4014	3,95	CD4051	3,95
CD4015	3,95	CD4066	2,45
CD4016	1,95	CD4073	1,15
CD4017	3,95	CD4075	1,15
CD4019	2,20	CD4076	5,40
CD4020	3,95	CD4093	3,25
CD4021	3,80	CD4510	5,40
CD4022	3,75	CD4511	5,65
CD4023	0,75	CD4516	5,20
CD4024	2,95	CD4518	4,95
CD4025	0,75	CD4520	4,95
CD4027	1,95	CD4528	4,95
		CD4585	3,95

Lineare IC's

Typ	DM	Typ	DM
AY-3-8500	16,90	SG3510=	
CA3080	3,40	MC1468G	14,90
CA3086	1,95	SO42P	4,45
CA3089	12,60	STK025	18,00
CA3090AQ	13,30	STK415	25,90
CA3130T	4,95	TBA120	2,95
CA3140T	3,95	TBA120U	3,50
CT7004	16,95	TBA625A	3,25
ICL7107CPL		TBA625B	3,25
	39,00	TBA625C	3,25
ICL8038	12,90	TBA810S	5,40
ICM7038	9,95	TCA290A	10,90
LD110	22,90	TCA730	8,70
LD111	32,90	TCA740	8,70
LM309K	4,70	TDA2002	9,50
LM317K	12,50	TDA2020	13,95
LM324DIL	2,95	UAA170	6,95
LM311TO	3,40	UAA180	7,95
LM703TO	2,90	XR2206	14,90
LM566CN	6,90	XR4212CP	7,90
LM567	6,50	7805	2,95
LM709md	1,55	7806	2,95
LM709DIL	1,35	7808	2,95
LM709TO	1,65	7812	2,95
LM723TO	2,55	7815	2,95
LM723DIL	1,95	7818	2,95
LM739DIL	3,95	7824	2,95
LM741TO	1,95	7905	2,95
LM741md	1,50	7906	2,95
LM3900	3,40	7908	2,95
LM3909	3,60	7912	2,95
M253	31,50	7915	2,95
MC1310P	4,90	7918	2,95
MM5314	9,90	7924	2,95
MM5316	13,90	9368	6,20
NE555	1,50	9582DC	8,90
NE556	3,55	95H90	27,50
RC4151	16,95		

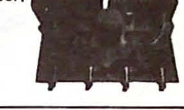
Drosseln

Typ	DM	Typ	DM
0,15 uH	0,80	220 uH	0,80
1 uH	0,80	270 uH	0,80
22 uH	0,80	470 uH	0,80
100 uH	0,80	820 uH	0,80
150 uH	0,80		

Eichquarz

1 MHz, deutsches Markenfabrikat aus neuester Fertigung, Toleranz 10×10^{-6}, Resonanz 30 pF
1 Stück nur **DM 18,60**

SA–50 Stereo HiFi–Vollverstärker.
2x25/35 W. Komplettes Verstärkermodul mit Netzteil u. Vorverstärker. Baß 100Hz ±10dB. Leistungsbandbreite 20-40 000Hz. Professionelle Daten mit Klirrfaktor< 0,1%. Eingangsempfindlichkeit für Vollaussteuerung 150mV(für Kristall–TB 75mV). Ruhegeräusch-Spannungsabstand–70dB. Stromversorgung 35–38V/2A. Maße:185x125x65 mm inkl. Kühlkörper.



Komplett mit montierten Potis
DM 58,-

WB 135

Breitbandlautsprecher 30 W., max. 60W. 8Ohm, 30.....20 000 Hz, ⌀ 126 mm



DM 18.50

Enorm preiswert!!



LABOR–NETZGERÄT
0 – 12V und 12 – 24V regelbar
Nur 69.–

IC–Sockel
Markenfabrikat

8polig	0,40	0,35
14polig	0,45	0,40
16polig	0,50	0,45
24polig	0,90	0,85
28polig	1,25	1,20
40polig	1,95	1,90

Wir liefern
Lautsprecher, Mikros und Geräte für Bands, Disco & HiFi, Meßgeräte, Funkgeräte und Zubehör.

HOCHTONHORN

50 Watt,8 Ohm, 2....20kHz.
Schallöffnung 77 x 242mm



Nur 32,90

Drehpotentiometer
Hochwertige Ausführung,6mm Achse, Printanschlüsse.
Widerstandswerte:
Mono linear:
100/250/500 Ohm,
1/2,5/5/10/25/50/100/
250/500 KOhm, 1 MOhm.
Mono logarithmisch:
1/2,5/5/10/25/50/100/
250/500 KOhm, 1 MOhm.
Tandem linear:
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm
1 MOhm.
Tandem logarithmisch:
1/2,5/5/10/25/50/100/250/500 KOhm
1 MOhm.
MONO . . . . **DM 1,45**
STEREO . . . . **DM 2,65**

Nickel–Cadmium–Akkus
Aufladbare NC–Mignon–Zelle m. Sinter–Anode. 12V/450 mAh **DM 3,25 10/ 2,90**

Ladegerät für 4 Akkus . . . . . DM 24,60

»Kostenlos«
erhalten Sie die Liste B.
KATALOG 2.50 in Briefmarken

MATTHIESEN · ELEKTRONIK
Am Kanal · 2255 Bargum

..pünktlich und zuverlässig!



...........erhalten die P.E.-Abonnenten ihr Heft geliefert.
Wenn auch Sie P.E. pünktlich und zuverlässig erhalten möchten, so senden Sie die eingeheftete Abonnement-Bestellkarte noch heute an:
DERPE–Verlag–GmbH, Postfach 1366, 5063 Overath.
Das P.E.-Abonnement kostet ab Heft **7/78 DM 14,40**, einschl.MwSt. Porto- und Versandkosten.
Die bisher erschienenen Hefte (außer Heft 2-76/77) können Sie zum Abonnementspreis von DM 2,50 nachbestellen.

Abonnenten *werben* Abonnenten

...... denn wer kennt POPULÄRE ELEKTRONIK besser als Sie?

Der größte Teil der P.E.-Abonnenten ist schon seit der ersten Ausgabe dabei und sicher möchten auch Sie, daß P.E. neue Freunde gewinnt.
Gewinnen können auch Sie bei dieser Abonnenten-Werbeaktion:



1. Für jeden neu geworbenen Abonnenten erhalten Sie eine Werbeprämie in Höhe von DM 6,50 als Warengutschein.
2. Sie nehmen an einer Verlosung teil, bei der Geld bzw. Warenbeträge zu gewinnen sind.

Wie das alles funktioniert, sagen Ihnen die nachstehenden Wettbewerbsbedingungen.
Und nun noch schnell die wichtigsten Argumente, die für ein Abonnement von POPULÄRE ELEKTRONIK sprechen:

1. Thematisch interessante, vollständige Schaltungsbeschreibungen mit einer bemerkenswert hohen Nachbausicherheit.
2. Wertvolle Grundlagenartikel z.B. MIKRO, Wie funktioniert das?.
3. Anregungen, Ideen, Hinweise ... z.B. in der Rubrik: TIP
4. Die zur Zeit laufenden Serien: Modulserie (HiFi), Modulserie (Meßplatz), TTL-Trainer
5. Aktuelle Angebote des Elektronik-Fachhandels
6. Handliches A 5-Format
7. P.E. erscheint monatlich und die Abonnenten erhalten das neue Heft als erste.
8. Im Abonnenment ist P.E. natürlich auch vom Preis her günstiger.
9. Die bisher erschienenen Hefte (außer Heft 2/76/77) sind noch lieferbar zum Abo-Preis von DM 2,50.

Also jetzt kann's losgehen. Viel Spaß und viel Glück.

Wettbewerbsbedingungen:

1. Für die Werbung neuer Abonnenten kann nur die eingeheftete Werbekarte benutzt werden. Für mehrere geworbene Abonnenten können zusätzliche Blätter beigefügt werden. Die Karten sind nur gültig, wenn Sie Ihre Abonnementnummer (das ist auf Ihrem Adreßaufkleber die Nr. oben links, über Ihrem Namen) auf der Karte eingetragen haben.
2. Der geworbene Abonnent darf in den letzten 12 Monaten nicht Abonnent von P.E. gewesen sein.
3. Die Werbeprämie in Höhe von DM 6,50 wird nur als Warengutschein für Waren aus unserem Verlagsprogramm gewährt (Prints, Frontplatten, Sammelmappen, ältere Hefte). Eine Barauszahlung ist nicht möglich.
4. Die Gewährung der Werbeprämie und die Teilnahme an der Verlosung erfolgt erst dann, wenn von den neu geworbenen Abonnenten der Bestellwert eingezahlt worden ist.
5. Für jeden neu geworbenen Abonnenten nimmt der Werber an der Verlosung teil, d.h. wenn jemand 4 neue Abonnenten wirbt, so nimmt er auch mit 4 Losen an der Verlosung teil.
6. Die Preisverteilung der Verlosung:

1.	**Preis: DM 300,– in bar**
2.	**Preis: DM 200,– in bar**
3.	**Preis: DM 100,– in bar**
4.-6.	**Preis: je DM 50,– in bar**
7.-10.	**Preis: je DM 30,– in bar**
11.-20.	**Preis: je DM 20,– als Gutschein für P.E.-Prints (Barauszahlung nicht möglich)**
21.-30.	**Preis: je 1 P.E.-Sammelmappe (Wert 10,80 DM).**

7. Die Werbeaktion endet am 15. Juli 1978 (Datum des Poststempels). Werbekarten, die nach diesem Datum eintreffen, werden als normale Abonnementsbestellung gewertet. Eine Teilnahme an der Verlosung ist ebenfalls nicht möglich.
8. Die Gewinner werden nach der Auslosung schriftlich benachrichtigt. Die Namen der ersten drei Preisträger werden zusätzlich in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlicht.
9. Der Wettbewerb findet unter Ausschluß des Rechtsweges statt. Mitarbeiter der DERPE-Verlag-GmbH und deren Angehörige sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

BEVOR
Sie umziehen, geben Sie uns bitte rechtzeitig Ihre neue Anschrift bekannt. Geben Sie uns dabei bitte unbedingt die Abonnementnummer oder Ihre alte Anschrift an.
DERPE–Verlag–GmbH, 5063 Overath

KLEINANZEIGEN

Kleinanzeigen in POPULÄRE ELEKTRONIK kosten je Zeile DM 5,00 inkl. MwSt. Eine Zeile umfaßt ca. 21 Zeichen und Buchstaben (inkl. Zwischenräume).
Die Plazierung erfolgt nach Vorauszahlung auf unser Postscheckkonto Köln, Nr. 29 57 90-507, DERPE-Verlag.

Bastler verk. Bauteile, Liste Porto DM 1,00 H. Thiele, Grundstr. 33, 2000 Hamburg 19.

ABONNENTEN WERBEN ABONNENTEN!

Noch bis zum 15. Juli 1978 läuft unser Wettbewerb „Abonnenten werben Abonnenten".
Haben Sie sich schon an diesem Wettbewerb beteiligt?
Beachten Sie bitte Seite 13 in dieser Ausgabe.

DERPE-Verlag-GmbH, 5063 Overath

Opto Elektronik

LED	Rot	Grün	Gelb
Sub-Miniatur	RL 54 1 St. 0,45 10 St. 4,–	RG 54 0.50 4.50	
3 mm ∅	RL 209 1 St. 0,45 10 St. 4,—	RG 211 1 St. 0,50 10 St. 4,50	RY 212 1 St. 0,50 10 St. 4,50
5 mm ∅	RL 220 1 St. 0,45 10 St. 4,—	RG 222 1 St. 0,50 10 St. 4,50	RY 224 1 St. 0,50 10 St. 4,50



7 Segment- Displays!

1 Qualität Große Helligkeit, gute Ausleuchtung Alle Typen gemeinsame Anode.

	1 St.	ab 6 St.
Texas		
TIL 312, 8-mm-Ziffer	4.95	4.50
Hewlett Packard		
HP 7750, 10-mm-Ziffer	5.95	5.50
Valvo		
CQY 84, 19-mm-Ziffer	5.95	5.50



MINICRAFT

Ideal für Elektroniker u. Bastler: Netzunabhängige elektr. Bohrmasch. für Präzisionsbohrungen von 0,2 bis mm, 9–14 Volt Betriebsspannung.
Modell „Junior" 6000 Upm.
Modell „Tempo" 20 000 Upm.

Minis Einzeln

Best.-Nr. 0110 Junior	**39,85**
Best.-Nr. 0130 Tempo	**47,95**

PVC-Kassette

245x98x49 mm. Mit Batteriekupplung u. 10 Einsatzwerkzeugen, wie Fräser, Bohrer etc.

Best.-Nr. 0112 Junior	**53,95**
Best.-Nr. 0132 Tempo	**59,85**

Stabiler stoßfester Koffer, kpl. m. Bohrmaschine

m. Batteriekupplung u. 30 versch. Fräs-, Bohr-, u. Schleifeinsätzen. Koffergr.: 340x255x85 mm, kpl.

Best.-Nr. 0113 Junior	**89,50**
Best.-Nr. 0133 Tempo	**98,95**

pass. Netzgerät	
Best.-Nr. 0230	**32,50**
pass. Bohrständer	
Best.-Nr. 0210	**25,50**
pass. flexible Welle	
Best.-Nr. 0220	**22,50**

Fordern Sie bitte ausführliche Prospekte an u. a. über SB-verpackte Einsatzwerkzeuge für unsere MINI-CRAFT-Bohrmaschinen

TTL-Digital IC

Typ	Preis	Typ	Preis	Typ	Preis
SN 7400	0.50	SN 7445	2,50	SN 7494	2,50
SN 7401	0.55	SN 7446	2,50	SN 7495	2,20
SN 7402	0.55	SN 7447	1,75	SN 7496	2,30
SN 7403	0.55	SN 7448	2,10	SN 74100	3,50
SN 7404	0.60	SN 7450	0,55	SN 74107	1,20
SN 7405	0.60	SN 7451	0,60	SN 74121	0,95
SN 7406	0.90	SN 7453	0,60	SN 74122	1,25
SN 7407	0.90	SN 7454	0,60	SN 74123	1,55
SN 7408	0.70	SN 7460	0,60	SN 74132	2,10
SN 7409	0.80	SN 7470	1,05	SN 74142	4,50
SN 7410	0.55	SN 7472	1,05	SN 74150	3,10
SN 7412	0.75	SN 7473	1,05	SN 74151	1,60
SN 7413	0.90	SN 7474	0,90	SN 74153	1,85
SN 7416	0.85	SN 7475	1,30	SN 74154	3,90
SN 7420	0.55	SN 7476	1,10	SN 74155	1,55
SN 7425	0.95	SN 7480	1,35	SN 74164	2,25
SN 7427	1.–	SN 7483	2,45	SN 74190	2,90
SN 7428	1.15	SN 7485	2,95	SN 74191	2,80
SN 7430	0.55	SN 7486	1,10	SN 74192	2,25
SN 7432	0.75	SN 7490	1,10	SN 74193	2,90
SN 7437	0.85	SN 7491	2,50	SN 74196	3,15
SN 7440	0.60	SN 7492	1,45	SN 74247	2,60
SN 7442	1.50	SN 7493	1,10		

LINEARE IC

Typ	Preis	Typ	Preis
AY 1202 A	17,95	TBA 810 S	5,50
AY 3-8500	24,50	TCA 730	8,40
CA 3046	3,70	TCA 740	8,40
CA 3086	3,70	TDA 1022	15,50
CA 3090 Q	9,95	TDA 2002	6,50
CA 3140	3,95	TDA 2020	10,90
ICM 7038	9,50	UA 703 to	1,95
ICL 8038	12,95	UA 709 to	1,55
LD 110/111	47,50	UA 709 dip	1,30
LM 324	3,20	UA 709 dil	1,30
LM 3900	2,95	UA 741 to	1,55
LM 3909	3,30	UA 741 dil	1,20
MC 1458	2,80	UA 741 dip	0,95
MC 1310 P (XR) -	6,50	UA 747 dil	2,30
NE 555 dip	1,20	UA 748 to	2,90
NE 556	2,95	UAA 170	5,90
SN 76131	2,95	UAA 180	6,30
SO 41 P	3,95	XR 2206	15,50
SO 42 P	4,20	XR 2207	15,50
TBA 120	2,80	XR 567 dip	6,95
TBA 120 S	2,90	MM 5314	8,95

C-MOS IC

Typ	Preis	Typ	Preis	Typ	Preis
CD 4000	0,60	CD 4022	2,50	CD 4041	2,20
CD 4001	0,60	CD 4023	0,60	CD 4042	2,20
CD 4002	0,60	CD 4024	2,25	CD 4043	2,35
CD 4006	2,60	CD 4025	0,60	CD 4044	2,60
CD 4007	0,60	CD 4026	2,95	CD 4046	2,95
CD 4008	2,95	CD 4027	1,40	CD 4047	3,20
CD 4009	1,05	CD 4028	2,35	CD 4048	1,35
CD 4010	1,05	CD 4029	2,95	CD 4049	1,05
CD 4011	0,60	CD 4030	0,95	CD 4050	1,05
CD 4012	0,60	CD 4031	7,50	CD 4051	3,15
CD 4013	1,20	CD 4032	3,30	CD 4052	3,15
CD 4014	2,50	CD 4033	5,50	CD 4053	3,50
CD 4015	2,50	CD 4034	5,25	CD 4054	3,50
CD 4016	1,30	CD 4035	2,30	CD 4054	4,20
CD 4017	2,50	CD 4036	5,10	CD 4060	4,60
CD 4018	2,50	CD 4037	3,05	CD 4066	1,30
CD 4019	1,60	CD 4038	3,05		
CD 4020	2,90	CD 4039	6,95		
CD 4021	2,50	CD 4040	2,65		

DUS	D 472, ähnl. 1 N 4148	
	10 St	DM –,45
	100 St	DM 4,–
	1000 St	DM 37,–
TUP	Ähnl. BC 157/177/257	
	10 St	DM 1,35
	100 St	DM 12,20
	1000 St	DM 99,–
TUN	Ähnl. BC 107/147/171	
	10 St	DM 1,35
	100 St.	DM 12,20
	1000 St	DM 99,–

Vielfach-Meßgerät Typ U 4315



Preiswertes universelles Vielfach-Meßgerät. 43 Meßbereiche 20.000 Ohm/V Klasse 2.5 Spannbandmeßwerk. 8E mm Skalenlänge
Meßbereiche:
Gleichspannung: 0-75 mV/1/2.5/5/10/25/100/250/500/100 Volt. Wechselspannung: 0-1/2.5/5/10/25/100/250/500/1000 Volt
Gleichstrom: 0-0.1/0.5/1/5/25/100/500 mA 2.5 Amp.
Wechselstrom: 0-0.1/0.5/1/5/25/100/500 mA 2.5 Amp.
Ohm/Widerstand: 0-300 Ohm/5/50/500 KOhm 5 MOhm
9 dB Bereiche/2 Kapazitätsbereiche. Maße: 115 x 215 x 90 mm, mit Transportkoffer, Prüfschnüren, Batterie und deutscher Anleitung

nur DM 65,90

Vielfach-Meßgerät Typ U 4324



Ein äußerst preiswertes Vielbereichs-Meßgerät mit elektr Überlastungsschutz 20 000 Ohm /Volt. Meßbereiche: Gleichspannung 0-0.6/1.2/3/12/30/60 120/600/1200 Volt Wechselspannung 0-3/6/15/60/150/300 600/900 V. Gleichstrom 0-0.06/0.6/6/60/600/3000 mA Wechsel-Wechselstrom 0-0.3/3/30/300/3000 mA Widerstand 0-0.2/5/50 500 K/5 M Maße 98 x 167 x 63 mm, 600 g Mit Prüfschnüre und Anleitung **DM 61,90**

Vielfach- und Transistor-Tester 4341



Hochwertiges Universalmeßgerät mit integriertem Transistor-Tester zur Messung von 4 Kennwerten. Meßbereiche: Gleichspannung 0-0.3/1.5/6/30/150/300/900 Volt Wechselspannung, 0-1.5/7.5/30/150/300/750 Volt Gleichstrom 0-0.06/0.6/6/60/600 mA Wechselstrom 0-0.3/3/30/300 mA Widerstand 0-0.5/5 50/500 K/5 M Transistor Kennwerte: I CBO - I EBO - I CBE/B 10 ... 350 Maße 115 x 215 x 90 mm. 1500 g Prüfschnüre, Bedienungsanleitung

nur DM 59,90

Vielfach-Meßgerät Typ U 4313



Meßgerät für höchste Meßgenauigkeit 1,5% Skalenendwert Drucktastenumschaltung der Meßart, 2-farbige Spiegelskala 20.000 Ohm/Volt Meßbereiche: Gleichspannung 0-0.075/1.5/3/7.5/15/30/60/150/300/600 Volt. Wechselspannung 0-2.5/3/7.5/15/30/60/150/300/600 Volt. Gleichstrom 0-0.06/0.12/0.6/3/15/60/300 mA/1.5 A
Wechselstrom 0-0.06/3/15/60/300 mA/1.5 A.
Widerstand 0-0.5/5/50/500 K/5 M.
9 dB Meßbereiche 1 Kapazitätsbereich 2000–500 000 pF Maße: 115 x 215 x 90 mm Prüfschnüre, Bedienungsanleitung **nur DM 87,95**

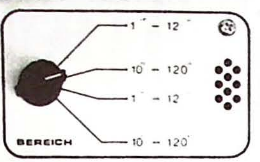
Drehspul-Einbauinstrument
Maße 50x45 mm
Voltmeter 0–30 V **DM 14,95**
Amperemeter 0–3 A **DM 14,95**

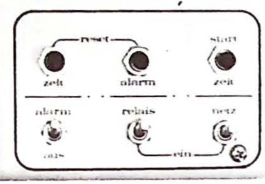
balü electronic

balü electronic · Burchardplatz 1 · D-2000 Hamburg 1 · Telefon (0 40) 33 09 35 (Tag u. Nacht) · Telex 2 161 373

Sämtliche Preise verstehen sich einschließlich Mehrwertsteuer. Versand erfolgt per Nachnahme, das Angebot ist freibleibend. Kein Versand unter DM 20.–









DIGITAL ANALOG TIMER nach P.E.-Heft 6/78) unser neuester Hit in der Reihe „Der P.E.-Bausatz".
Komplettbausatz incl. bedrucktem und gebohrtem Kunststoffgehäuse, allen Bauteilen und der Platine. Mit mattschw. blendfreien Spannzangenknöpfen.

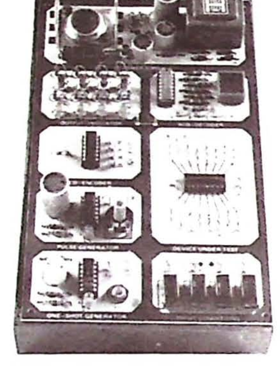
Bausatz: lieferbar ab 1.6.DM 80,00

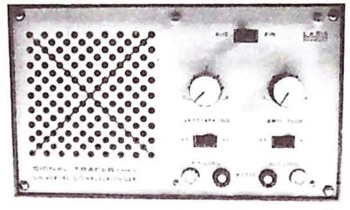
Fertiggerät: DM 110,00

DIGITAL ANALOG TIMER für Netzbetrieb. Mit eingeb. Netzteil und 2 eingebauten Schukosteckdosen.(1 Steckd.-Timer, 1 Steckd.Netz)Im gefälligen roten Flachgehäuse mit weißer(Dunkelkammer tauglich), Beschriftung. Incl. Netzkabel. Schaltleistung 8A.

Bausatz: lieferb. ab 1.7.DM 110,00

Fertiggerät: DM 150,00





Unser seit Monaten bester Verkaufsschlager.
TTL-Trainer, idealer Bausatz zum Einarbeiten in die TTL-Technik, jedoch auch für Insider geeignet.
Komplettbausatz incl. kunststoffbeschichteter Front/Leiterplatte, Gehäuse, Schalter, SI-Halter und Netzkabel. Jetzt mit der praktischen Testfassung mit Auswurfhebel. 5x4m Schaltlitze, 1m Schrumpfschlauch sowie 1 TTL IC für Testversuche.

Bausatz: DM 90,00

Fertiggerät: DM 110,00

SIGNALTRACER Universal Signalverfolger für Batt. Betrieb. Eingebauter, regelbarer Signalgeber, empf. regelbarer Verstärker. Komplettbausatz incl. Gehäuse, bedruckter (ungebohrter) Frontplatte, Spannzangenknöpfe und Batt.

Satz Bausatz: DM 50,00

Fertiggerät: DM 80,00

Alle vorherigen Listen verlieren hiermit Ihre Gültigkeit. Alle Preise incl. MwSt. Versand ausschl. per Nachnahme zzgl. Versandkosten. (Posttarif,keine Verp.Kosten) Rückgaberecht innerhalb 8 Tagen für nicht benutzte Teile bei berechtigter Reklamation.
Wir stehen Ihnen gerne telef. od.schriftl. kostenlos mit Rat und Tat zur Seite. Streikt Ihr Bausatz, bringen wir das schnell und korrekt für Sie in Ordnung. Beachten Sie hierzu unsere SERVICEANWEISUNG mit Serv. Pauschalkostenliste, die ab sofort jedem Bausatz beiliegt. TESTREPORT mit Tips und Hinweisen, Erfahrungsberichten und Ergänzungen zu P.E.-Bausätzen erhalten Sie ebenfalls jeweils mit Ihrer neuen Bestellung.**Ihr P.E.-Bausatzteam R H – E L E C T R O N I C , Eva Späth,**
8900 A U G S B U R G , Versand: von Ostenstr.6, Tel.93636, Frau Späth, Service, Lager und Fertigung:Oberer Graben 47, Tel. 514177, Herr Sprich, Ladenverkauf: Karlstr.2, (Am Obstmarkt), Tel. 37431 Herr Hager, Fernschreibzentrale: 53865 rhelec-d.



Sicherheit, auch am Hobby-Platz

Als wichtigster Beitrag für die vorliegende Ausgabe war der Ultraschall - Einbruchalarm vorgesehen — er steht auf der Leser-Wunschliste an erster Stelle. Ein weiterer Beitrag, der allerdings nicht entfallen ist, beschäftigt sich mit der elektrischen Sicherheit der Nachbauten und des Arbeitsplatzes. Der externe Testaufbau des US-Alarms zeigte, wie wichtig Sicherheit und Gefahrenbewußtsein sein können.

Im Labor-Prototyp wird ein Teil der Schaltung, der US-Sender, nicht wie üblich über einen Netztrafo gespeist, vielmehr entsteht aus der Netzspannung über einen kapazitiv/ohmschen Spannungsteiler eine passende Wechselspannung, die dann gleichgerichtet und geglättet wird. Kein unübliches oder gar unbekanntes Verfahren, denn es wird auch z.B. in Fernsehgeräten angewandt, um Kosten, Platz und Gewicht zu sparen. Nur: Man darf eben bei solchen Geräten im Betrieb nicht die Schaltung berühren, auch nicht (im FS-Gerät) die mit Masse verbundenen Metallteile des mechanischen Aufbaus, weil Teile der Schaltung direkt, andere Teile mehr oder weniger niederohmig an der Netzphase liegen.

Beim Testaufbau zeigten sich — im negativen Sinne — die unbegrenzten Möglichkeiten der Elektronik. Zunächst stellte der Tester fest, daß das noch junge US-Element PXE (Valvo) nicht mehr lieferbar ist. Statt seiner wird ein Murata-Typ überall angeboten, mit dem auch der Testaufbau vorgenommen wurde. Der Ersatztyp hat ein Metallgehäuse, außerdem ist dieses Gehäuse mit einem der beiden Elementanschlüsse leitend verbunden. Die Elektronik des US-Senders sieht vor, daß einer der (vertauschbaren) Anschlüsse des Elementes am Fußpunkt („Null") der Schaltung liegt, an einem Punkt also, der mit 50% Wahrscheinlichkeit Netzspannung führt, wenn man den Netzstecker in willkürlicher Richtung in die Netzdose steckt. Konsequenz: Das metallische, aus dem Sender hervorragende Gehäuse des US-Elementes kann auf Netzspannung liegen, wenn man weder auf die Einbaulage des Elementes, noch auf die „Phasenlage" des Netzsteckers achtet.

Als Abhilfe ist vieles denkbar: Schutzisolation des Element-Gehäuses, „Hinter Gitter"-Montage des Sende-Elementes innerhalb des Gerätegehäuses, Festlegen der ungefährlicheren Anschlußlage des Elementes, Phasenkennzeichnung an Stecker und Dose oder Einfügen eines automatisch auf ungefährliche Phasenverhältnisse schaltenden Relais'. Alle diese Lösungen sind aber entweder unschön, nach wie vor unsicher oder beseitigen den Vorteil des eingesparten Netztrafos. Deshalb muß die Veröffentlichung verschoben werden, obwohl sich eine wirksame Einbruchsicherung jetzt vor Beginn der Urlaubszeit natürlich gut gemacht hätte.

Der Vorgang beweist einmal, daß das von P.E. kreierte Verfahren eines externen Testaufbaus auch die elektrische Sicherheit der Testobjekte tangiert, und nicht nur der Nachbausicherheit zugute kommt. Dies wurde bei der Einführung des Verfahrens in dieser Deutlichkeit nicht gesehen. Zum anderen hat sich gezeigt, daß es bei der Frage der Austauschbarkeit von Bauelement-Typen nicht nur auf die elektrischen Daten ankommt, sondern auch auf zunächst nebensächlich scheinende Dinge.

Die selbstverständlichen Sicherheitsmaßnahmen in netzgespeisten Geräten wurden in den bereits veröffentlichten Baubeschreibungen vorgesehen und mehrfach angesprochen. Im weitesten Sinne sind dies jedoch vorbeugende Maßnahmen. Ebenso wichtig ist ein Sicherheits- oder besser Gefahrenbewußtsein bei allen, für die Elektronik mehr ist als fertige Geräte mit Bedienungsknöpfen. Vielleicht können dieses Vorwort und der Beitrag „Netzspeisung" in dieser Ausgabe ein wenig zur Erweiterung des Sicherheitsbewußtseins beitragen.

NETZSPEISUNG

„Aber Sicher!“

Vor längerer Zeit, als das Konzept dieser Zeitschrift diskutiert und erarbeitet wurde, stand u.a. folgende Frage im Vordergrund: Kann man Hobby-Elektronikern, die zu einem großen Teil nicht viel praktische Erfahrung haben, den Bau netzgespeister Geräte zumuten; die Bedenken galten der Sicherheit der Leser. Wie diese Frage beantwortet wurde, wissen Sie, wenn Sie P.E. nicht erst ab dieser Ausgabe lesen. Selbstverständlich ist dort, wo möglich und sinnvoll, der Batteriespeisung der Vorzug zu geben. Wollte man konsequent nur die Batteriespeisung vorsehen, so werden eine Menge interessanter Schaltungsideen von vorneherein von der Veröffentlichung ausgeschlossen. Die Folge wäre eine Anhäufung mehr oder weniger nutzloser Gerätchen, und gerade der praktische Nutzen der beschriebenen Schaltungen sollte doch im Vordergrund stehen. Deshalb gehören netzgespeiste Geräte selbstverständlich auch in diese Zeitschrift. Bedingung ist jedoch, daß auf die Gefahrenstellen hingewiesen wird und daß Sicherheitsmaßnahmen beschrieben werden, die möglichst schon durch die Konstruktion des Prints zwingend durchzuführen sind. In fast allen Beiträgen über netzgespeiste Geräte wurden die Sicherheitsfragen erörtert. Es gibt darüberhinaus aber noch zahlreiche Dinge, über die auch einmal gesprochen werden sollte.

Wer sich mit Elektronik in der Praxis beschäftigt, im erweiterten Sinne also mit Elektrotechnik, lebt gefährlicher als andere. Zumindest dann, wenn er die Gefahren nicht kennt. Hat sich aber ein Gefahrenbewußtsein eingestellt, so entdeckt man auch im Alltag die gefährlichen Situationen, beschädigte Geräte, Leitungen usw. viel eher als „gewöhnliche“ Mitmenschen und befindet sich so im Vorteil. Wenn Elektriker auch außerhalb der Arbeitszeit eine Hand in der Tasche lassen, so ist das nicht Unhöflichkeit, sondern eine eingeübte Sicherheitsmaßnahme. Er schließt mit dieser „Haltung“ den gefährlichsten Fall des elektrischen Schlages von vorneherein aus.

Dieser liegt dann vor, wenn man mit je einer Hand die beiden Pole einer gefährlich hohen Spannung gleichzeitig berührt. Die Sicherheitsgrenze liegt offiziell bei 42 Volt. In der geschilderten Situation fließt der Strom von Arm zu Arm; dazwischen liegt der empfindlichste Teil des menschlichen Körpers, der Brustkorb mit dem Herzen. Ist der Strom zu hoch, so tritt Herzstillstand ein. Als tödlich können Ströme ab 50 bis 100 Milliampere gelten, die Sicherheitsgrenze liegt allerdings viel niedriger. Nach einem solchen Schlag kann , wenn überhaupt, nur die sofortige Unterbrechung des Stromkreises und ein innerhalb von spätestens 2 bis 3 Minuten erfolgender, kräftiger Schlag auf den Brustkorb Rettung bringen.

Übrigens ist der Stromwert nach dem Ohmschen Gesetz von der Spannung und dem Widerstand „Mensch“ abhängig. Dieser Widerstand kann sehr unterschiedlich sein, weil praktisch nur der Hautwiderstand eine Rolle

spielt. Trockene Haut kann z.B. einen Widerstand von 1 000 000 Ohm haben, feuchte Haut ist wesentlich niederohmiger, hat z.B. nur 1 000 Ohm.

fährliche Anschluß. Berührt man ihn, so kann ein tödlich hoher Strom fließen, wenn man z.B. auf einem feuchten Boden steht oder sonstwie Kontakt mit Erde hat.

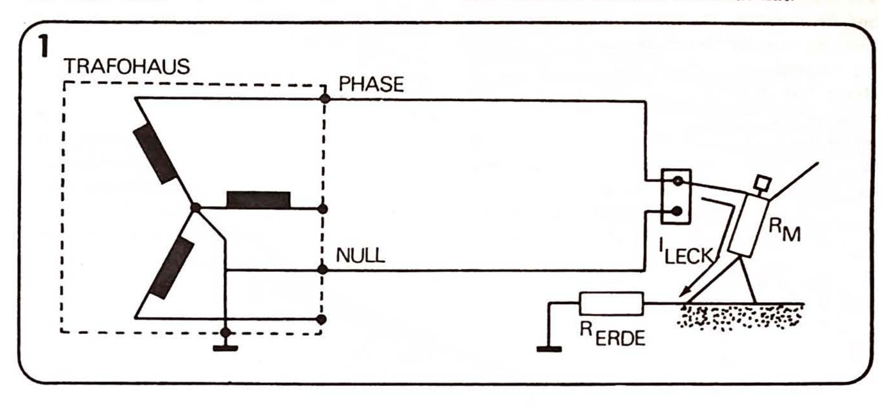


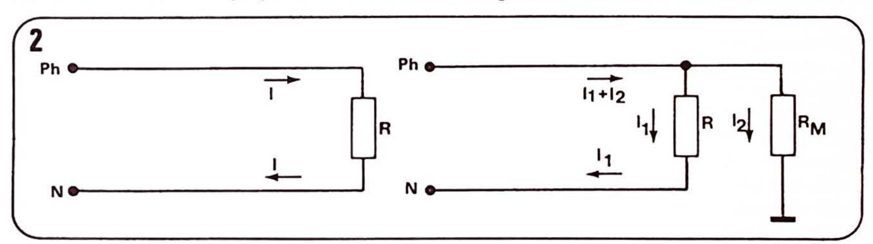
Bild 1. Bei der häufigsten Art des Schlags fließt der Strom über den Körper (RM) nach Erde.

Etwas ungefährlicher als die vorstehend geschilderte Art des elektrischen Schlags ist der Fall, bei dem man mit nur einer Hand beide Pole der Spannung berührt. Dieser Fall ist übrigens relativ selten.

Am häufigsten ist die in Bild 1 dargestellte Situation. Von den beiden Polen der Netzsteckdose führt der eine, die sogenannte Phase, eine Spannung gegen Erde, denn der zweite Pol, der sogenannte Nulleiter, liegt niederohmig an Erde. Die Phase ist der ge-

Welcher der beiden Pole die Phase ist, kann man mit dem Spannungsprüfer kontrollieren. Beim Berühren der Phase mit dem Metallstift fließt über eine eingebaute kleine Neonlampe mit Vorwiderstand ein Strom über den Körper nach Erde. Dieser Strom bringt die Glimmlampe zum Leuchten, andererseits ist der Wert so niedrig, daß man nichts spürt. Alle Ströme, die nach Erde fließen, sind Fehlerströme, genauer: Erd-Leckströme. Der Nutzstrom eines Verbrauchers fließt

Bild 2. Der Fehlerstrom fließt nur in der Phase-Leitung, der Gesamt-Stromwert ist hier höher.



zwischen Phase und Null.

Um optimalen Schutz zu erzielen, werden die metallischen Gehäuse von Geräten, Maschinen, metallische Lampenschirme usw. auf Erde gelegt. Dazu führt man eine dritte Leitung von der Netzdose zum Verbraucher, die sogenannte Schutzerde; nach gültiger Norm hat dieser Leiter die Farbkennzeichnung gelb/grün. Tritt im Gerät ein Isolationsfehler auf, so kann die Phase nicht am Gehäuse des gespeisten Gerätes liegen, denn dann schaltet im „Sicherungskasten" der Fehlerstrom-Schutzschalter. In jeder neueren Hausinstallation sind solche Einrichtungen anzutreffen.

Netzzuleitungen ist der Stromwert identisch. Rechts in Bild 2 ist derselbe Verbraucher R in Betrieb, außerdem kommt jemand (RM), der auf einem feuchten Boden steht, mit der Phase in Berührung. In der Phase-Leitung fließen nun zwei Ströme, in der Nullleitung dagegen fließt nur ein Strom. Der Strom in der Phase ist höher.

Fehlerstrom-Schutzschalter sind in der Lage, diesen Unterschied festzustellen. Steigt die Differenz der beiden Ströme über die Ansprechgrenze, dann wird die Spannung abgeschaltet.

Das ganze Problem dreht sich nun darum, wo die Ansprechgrenze liegt. Im Prinzip sollte sie natürlich bei möglichst niedrigen Leckstromwerten liegen, aber erstens ist dies nicht leicht zu realisieren, weil der Differenzstrom weniger als 1% des Gesamtstromes beträgt. Zweitens ist eine zu niedrige Grenze unpraktisch, weil in der Installation immer irgendwelche Leckströme fließen, die übrigens völlig ungefährlich sind.

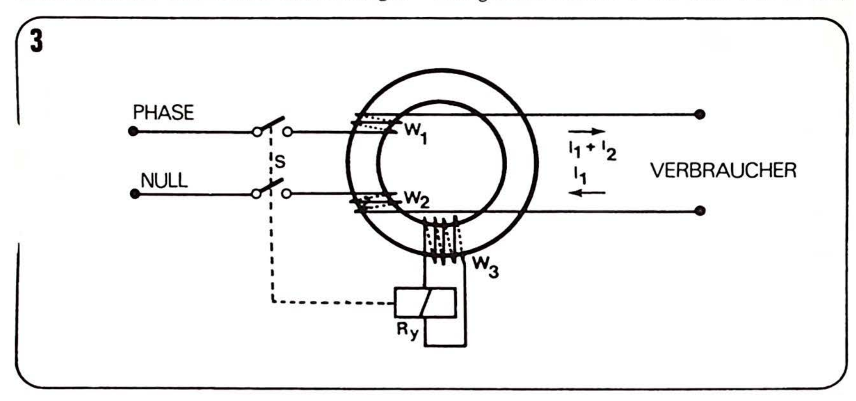


Bild 3. Prinzip des Fehlerstrom-Schutzschalters. Bei zu hohem Fehlerstrom schaltet das Relais.

FEHLERSTROM – SCHUTZSCHALTER

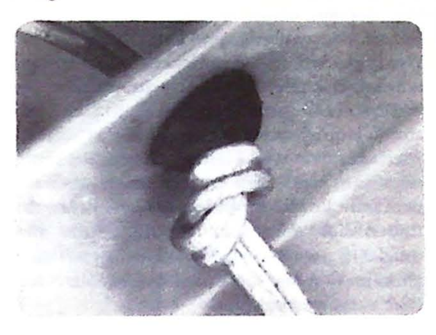
Aus vorstehenden Ausführungen folgt, daß ein großer Teil der „elektrischen" Unfälle verhindert wird, wenn es eine Sicherung gibt, die zwischen einem Nutzstrom und einem nach Erde fließenden Strom unterscheiden kann und im letzten Fall schnell die Phase abschaltet. Bild 2 zeigt das Prinzip.

Links fließt nur der Verbraucherstrom, und zwar zwischen Phase und Null. In den beiden

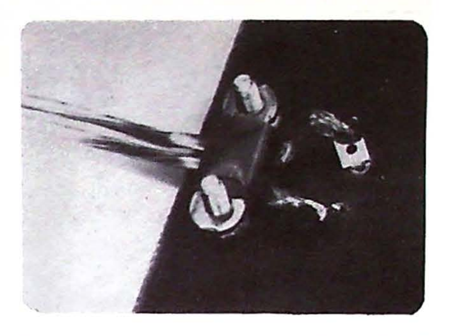
Die Funktionsgrundlage des Fehlerstrom-Schutzschalters ist in Bild 3 erläutert. Ein Ringkerntrafo enthält drei Wicklungen. Der Strom in der Phase-Leitung fließt durch die

Wicklung W1, der Strom in dem Nulleiter fließt durch Wicklung W2. Haben beide Ströme (Normalfall) den gleichen Wert, so heben sich die von den Strömen erzeugten magnetischen Wechselfelder gegenseitig auf, da die Wicklungen gegenphasig geschaltet sind. Bedingung ist jedoch, daß die Wicklungen möglichst gleich ausgelegt sind. Fließt ein Fehlerstrom, so sind die beiden Ströme nicht gleich groß, die beiden magnetischen Felder heben sich nicht mehr auf. In der Wicklung W3 wird eine Spannung induziert, das Relais Ry zieht an und schaltet die Spannung ab.

schaltungen wie Lichtdimmer, Lichtorgeln usw., Geräte, in denen kein Trafo die Schaltung von der Phase trennt. Außerdem sind manche Schaltungen, in denen aus einer niedrigen Gleichspannung eine hohe oder eine hohe Wechselspannung erzeugt wird, mit Vorsicht zu genießen. Auf die besonderen Gesichtspunkte wird in den betreffenden Baubeschreibungen hingewiesen.
In netzbetriebenen Geräten wird in der Regel ein Netztrafo verwendet. Die Trafos selbst sind als ungefährlich anzusehen, weil sie ausreichend isoliert sind und das Blechpaket meist an der Schutzerde liegt. Kritisch



Der bekannte Knoten im Netzkabel ist eine wirksame Zugentlastung, mehr leider nicht.



Zugentlastung auf dem Print. Klemmbügel aus isolierendem Material sind zu bevorzugen.

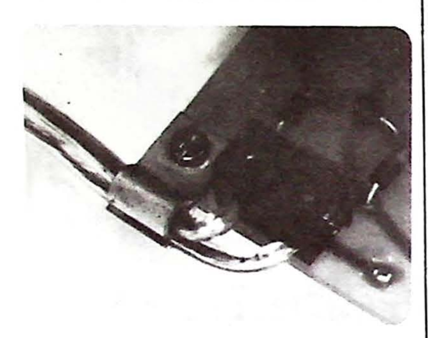
Fehlerstrom-Schutzschalter gibt es schon lange, aber sie waren nicht sehr empfindlich. Siemens stellt heute Geräte her, die bereits bei einem Fehlerstrom von 30 Milliampere abschalten. Damit werden zahlreiche tödliche Unfälle verhindert.
Aber selbst mit einem solch empfindlichen Schalter hat man nicht die Genehmigung, die Phase anzufassen; Lebensgefahr besteht weiterhin.
In der Hobbypraxis ist man weitgehend sicher, wenn die Netzzuführung ordentlich ausgeführt, berührungssicher und das Metallgehäuse schutzgeerdet ist. Ausnahmen, also besonders „gefährliche" Geräte sind Spezial-

ist demnach nur der Teil zwischen dem geräteseitigen Ende des Netzkabels und den Anschlüssen der primären Wicklung.
Die Hersteller industrieller Geräte haben es relativ einfach, sie konstruieren für jeden Apparat eine passende Netzzuführung, die an einer für die interne Verdrahtung günstigen Stelle liegt.
Als ordentliche Lösung für selbstgebaute Geräte bieten sich Schlauchtüllen und Kaltgerätebuchsen an. Schlauchtüllen mit der innen liegenden Kabelklemme wirken gleichzeitig als Biege-, Zug- und Druckentlastung, haben aber den Nachteil, daß das Gehäuse nicht alleine den Platz bestimmt, den das Gerät auf

dem Labortisch oder anderswo benötigt. Die Tülle macht das Gerät um einige Zentimeter tiefer.

Die Kaltgerätedose ist viel teuerer als die Tülle, weil man natürlich auch den Stecker braucht. Der Vorteil einer solchen Netzverbindung; Man braucht in der Praxis garantiert weniger Kabel als Geräte, und beim Transport oder zur Aufbewahrung wird weniger Platz beansprucht. Diese Kaltgeräteverbindungen haben selbstverständlich einen Schutzerde-Kontakt.

Ist der im Gehäuse zur Verfügung stehende Raum für den Einbau der Steckdose nicht



Eine selbstgemachte, zweiteilige Kabelschelle kann an einer Printecke angeschraubt werden.

ausreichend, so sorgt ein Knoten im Kabel für die wichtige Zugentlastung (Bild links). Ist das Kabel für einen Knoten zu dick, so kann eine der anderen dargestellten Zug/Druckentlastungen vorgesehen werden.

Der Schutzerde-Leiter des Netzkabels wird mit dem Gehäuse verbunden. Ob auch die Schaltungsmasse mit der Schutzerde zu verbinden ist, geht aus der jeweiligen Baubeschreibung hervor. Den Schutzerde-Leiter sollte man länger bemessen als notwendig: Wenn das Netzkabel durch ein Mißgeschick losgerissen wird und das blanke Ende des Phasenkabels das Gehäuse berührt, bleibt die Schutzfunktion bis zuletzt erhalten.



Keine Angst vor großen Tieren! Natürlich ist fast alles, was die großen Halbleiterhersteller so treiben, auf die Industrieproduktion gerichtet. Vieles ist so speziell, manchmal auch so „hochwissenschaftlich", daß auch in der Redaktion dieser Zeitschrift sich keiner findet, der mit einem bestimmten technischen Datum etwas anzufangen weiß.

Wenn jedoch die Anzeichen nicht trügen, scheint sich hier und dort eine leichte Bewußtseinserweiterung einzustellen: Der Elektronik-Hobbysektor wird entdeckt, wenn auch nur für eine kleine „Nebentätigkeit", oder, um auslaufende, ansonsten aber ordentliche Produkte gezielt los zu werden. Es finden sich aber auch Produkte, die ausdrücklich auf den Hobbysektor zielen oder zumindest auch für Laien interessant sind. Hier ein erstes Beispiel:

SIEMENS

Mit DM 4,- und DM 5,- sind die beiden Bücher „Schaltbeispiele" besonders preiswert. Die dort veröffentlichten Schaltungen können als besonders nachbausicher gelten. Für den Einstieg in die Mikroprozessor-Technik bietet Siemens an: einen Bausatz mit Bauanleitung und eine Einführung in das Programmieren.

Die Angebotslisten „Produktinformationen zum Thema Bauelemente der Elektronik" und „Produktinformationen zum Thema Mikroprozessoren und Mikrocomputer" gibt es vom Siemens Bauteile Service, Lieferzentrum Fürth, Postfach 146, 8510 Fürth-Bislohe. Tel.: (0911) 30 01-1. Wie der Name bereits sagt, gibt es dort auch Bauteile, und zwar Schwerpunkttypen, die in einer kostenlosen Preis- und Lagerliste stehen.

Postfach: 1366

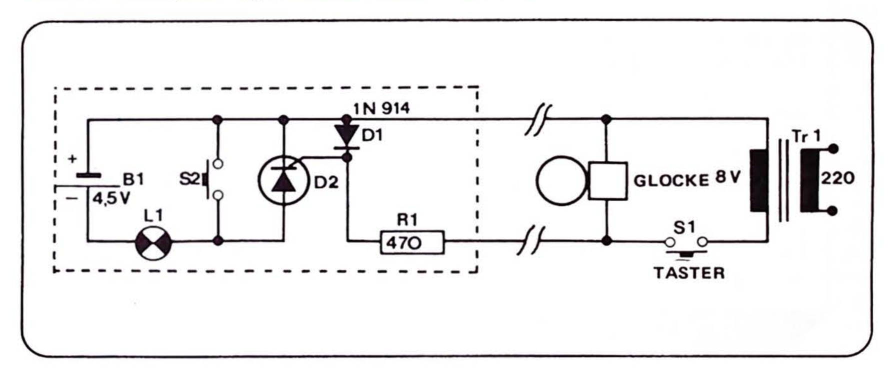
Fragen zur Elektronik populär beantwortet



Bei Fragen bitte einen frankierten und adressierten Briefumschlag für die Antwort beifügen.

EINE OPTISCHE KLINGEL

Leser J.G. aus E. will auch eine optische Anzeige haben, wenn an seiner Tür geklingelt wird. Er denkt an eine Relaisschaltung, die eine kleine Glühlampe zum Aufleuchten bringt.
Eine solche Schaltung kann einfacher und preiswerter mit einem Thyristor aufgebaut werden. Bild 1 zeigt die Anordnung. Der vorhandene Klingel-Stromkreis besteht aus den Bauelementen Tr1 (Klingeltrafo), S1 (Klingeltaster) und der Glocke. Der Opto-Zusatz im gestrichelten Rahmen wird mit der 8 V-Wechselspannung des Klingeltrafos gesteuert, jedoch mit einer 4,5 Volt-Flachbatterie getrennt gespeist. An der Kathode der Diode D1 entsteht eine positive, pulsierende Gleichspannung, wenn der Klingelknopf gedrückt wird. Diese Impulsspannung zündet den Thyristor D2, dieser geht in den Leitzustand, es fließt nun Strom im Kreis B1/L1/D2, so daß die Lampe nun leuchtet. Dieser Strom hält den Thyristor im gezündeten Zustand, auch nach dem Loslassen des Tasters.
Mit dem zweiten Taster S2 kann man den Thyristor zwischen Anode und Kathode kurzschließen. Dabei verschwindet der Haltestrom, der Thyristor sperrt. Läßt man nun Taster S2 los, so geht die Lampe aus.
Für diese Schaltung ist ein kleiner Thyristor mit den Daten 50 V/1 A gut geeignet. Für D1 kann man auch ein Exemplar 1 N 4148 nehmen.



L.E.D.S.

Das ist fast jedem Autofahrer schon passiert, und es ist eine sehr unangenehme Sache: der Ausfall von Rück- oder Bremsleuchten. Im allgemeinen merkt man es erst, wenn man von freundlichen Mitmenschen aufmerksam gemacht wird. Aus Sicherheitsgründen sollte eine umfassende Leuchtenkontrolle zur Serienausstattung des Autos gehören. Es gibt Kontrollschaltungen, sie arbeiten z.B. mit LDRs, die in das Leuchtengehäuse eingebaut werden, oder mit Reed-Relais, die schwierig zu montieren oder mühsam zu trimmen sind oder beides. Die Schaltung L.E.D.S. – Lampe Eventuell Durchgebrannt Schaltung – funktioniert anders. Die Stromzufuhr zu der zu überwachenden Lampe wird unterbrochen und der L.E.D.S.–Print dazwischengeschaltet. Sonstige Verdrahtung ist nicht erforderlich. Allerdings ist für jede zu überwachende Leuchte eine eigene Überwachung erforderlich, deshalb muß auch eine vorhandene gemeinsame Leitung zu den Leuchten aufgetrennt werden. Als Anzeige dient entweder eine bipolare Rot/Grün–LED oder ein Gespann aus einer roten und einer grünen Einzel–LED. Grün bedeutet: Lampe o.k. rot: durchgebrannt.

Ob sich Glühlampenhersteller wohl genüßlich die Hände reiben bei dem Gedanken an alle die Lampen, die nach kürzerer oder längerer Brenndauer ihren Geist aufgeben? Ob sie sich überhaupt Gedanken machen, wie man die Lebensdauer dieser Produkte heraufsetzen kann?
Im Philips-Forschungslabor Aachen, wahrscheinlich aber auch anderswo, stellt man jedenfalls sehr gründliche Untersuchungen an, aber ob auch alle Erkenntnisse zu Verbesserungen führen, läßt sich von außen natürlich nicht beurteilen.
Zur Sache. Ursache des Glühfadentods ist ein fortwährender Verlust an Materie, es fließt ein Materialstrom vom Faden weg, und der sichtbare Beweis dafür ist der schwarze Niederschlag an den kälteren Teilen der Konstruktion, insbesondere auf dem Glasmantel. Der Faden enthält von Anfang an kleine Unregelmäßigkeiten des Aufbaus und ist nicht gleichmäßig dick. An solchen Stellen wird er im Betrieb heißer, hier verdampft mehr Materie. Dies führt dazu, daß der Faden an diesen Stellen noch dünner wird, der Widerstand steigt, die Temperatur wird noch höher usw. Am Ende macht's „ping".
Das Foto auf der vorigen Seite (Werksfoto Philips) zeigt den Faden einer Auto-Halogen-Lampe (12 Volt/55 Watt), die mit ihrem Latein fast am Ende ist. Deutlich sind die schwachen Stellen zu erkennen, dort ist ein Teil der Materie verdampft.

DAS PRINZIP

Bild 1 zeigt, wie eine Lampenkontrollschaltung aussieht, die nicht einfach feststellt, ob die Spannung bei der Lampe ankommt, sondern registriert, ob tatsächlich Strom durch den Glühfaden fließt. Ihre Funktion beruht auf einer Eigenschaft von Siliziumdioden: Wird eine solche Diode in Flußrichtung betrieben, so steht über ihren Anschlüssen eine „Fluß"-Spannung von ca. 0,7 Volt. Dieser Wert ist eine Materialeigenschaft des Siliziums und hängt nur sehr gering – im Gegensatz zu einem Ohmschen Widerstand – vom Wert des Stromes ab, der durch die Diode fließt.

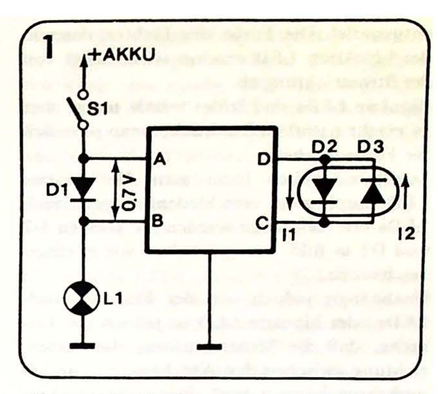


Bild 1. Die Forderungen an eine Kontrollschaltung folgen aus dieser Prinzipdarstellung.

Schließt man den Lampenschalter S1, so fließt ein Strom vom Pluspol des Akkus über den Schalter S1, die Diode D1 und weiter über L1 nach Masse (Chassis des Fahrzeugs), jedoch nur dann, wenn die Lampe o.k. ist. Über der Diode entsteht eine Spannung von ca. 0,7 Volt, Diese Spannung ist nur dann vorhanden, wenn die Lampe tatsächlich leuchtet. Die sich anschließende Schaltung ist in der Lage, das Vorhandensein dieser kleinen Spannung festzustellen und eine Kontrollanzeige zu steuern.
Als Anzeige ist eine bi-polare LED geeignet, es können aber auch zwei Einzel-LEDs verwendet werden. Eine LED leuchtet, wenn der Pluspol einer Gleichspannungsquelle an der Anode, der Minuspol an die Kathode angeschlossen werden. Die Lichtfarbe hängt vom Halbleitermaterial ab, es gibt rote, gelbe und grüne LEDs. Eine bipolare LED, das sind zwei verschiedenfarbige LEDs in einem gemeinsamen Gehäuse. An jedem Anschluß liegen die Kathode der einen und die Anode der anderen LED; diese Schaltungsart heißt

antiparallel. Die Farbe des Lichtes, das von der bipolaren LED erzeugt wird, hängt von der Stromrichtung ab.
Bipolare LEDs sind leider relativ teuer, aber es macht natürlich Eindruck, wenn plötzlich die Farbe wechselt.
Selbstverständlich kann man die bipolare LED durch zwei verschiedenfarbige Einzel-LEDs ersetzen, dazu werden die Dioden D2 und D3 in Bild 1 so geschaltet, wie es eingezeichnet ist.
Unabhängig jedoch von der Frage: Einzel-LEDs oder bipolare LED ist jedoch die Tatsache, daß die Steuerschaltung die Stromrichtung zwischen den Anschlüssen C und D umkehren können muß. Wenn die zu überwachende Lampe in Ordnung ist, so fließt der Lampenstrom und es entsteht die Spannung 0,7 Volt an den Eingangsklemmen A nd B. Am Ausgang muß der Strom I1 von nach C fließen, damit die grüne LED D2 chtet. Ist der Glühfaden hinüber oder eine terbrechung in der Lampenleitung, dann t keine Eingangsspannung vorhanden, nun muß der Strom I2 fließen, damit die rote LED D3 leuchtet.
Es werden also nicht gerade alltägliche Forderungen an die Detektor- bzw. Steuerschaltung gestellt. Trotzdem ist der Aufwand nicht übermäßig groß, es sind nur drei Transistoren erforderlich.

DER STROMDETEKTOR

Der erste Teil der Schaltung enthält eine Transistorstufe, sie dient als Detektor für den durch die Glühlampe fließenden Strom. Aus der an der Diode D1 erzeugten Spannung von ca. 0,7 Volt erzeugt sie am Kollektor des Transistors ein Signal von 12 Volt. Wie das geschieht, zeigt Bild 2. Zu beachten: Die Diode D1 ist ein Silizium-Exemplar, T1 dagegen ist ein Germanium-Exemplar.
Zunächst sein angenommen, daß die überwachte Leuchte beim Schließen des Schalters S1 bereits kaputt ist. Die positive Akku-Spannung von 12 Volt (+ im Bild) liegt unmittelbar am Emitter. Über D1 und R1 liegt die Basis auf derselben Spannung. Da zwischen Basis und Emitter keine Spannungsdifferenz vorhanden ist, wird der Transistor nicht gesteuert, die Emitter/Kollektor-Strekke sperrt. Am Widerstand R2 steht keine Spannung, die Ausgangsspannung ist Null Volt.

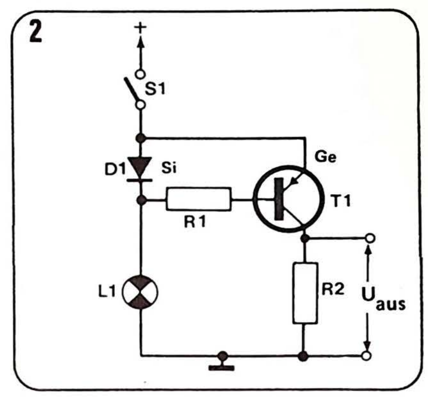


Bild 2. Wenn Lampenstrom fließt, beträgt die Ausgangsspannung 12 V, sonst ist sie Null.

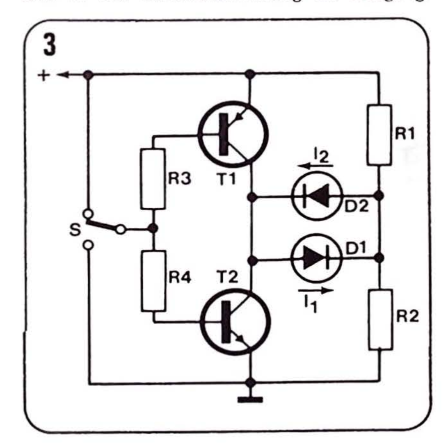
Ersetzt man die Lampe durch ein neues Exemplar, dann fließt in der Strecke S1, D1 und L1 der Lampenstrom. An der Kathode der Diode fällt die Spannung um 0,7 Volt in Bezug auf die Akkuspannung. Zwischen der Basis (über R1) und dem Emitter des Transistors steht nun die Differenzspannung von 0,7 Volt; die Schwellenspannung eines Germaniumtransistors beträgt ca. 0,3 Volt, so daß nun ein Strom durch die Basis/Emitter-Strecke des Transistors fließt. Wichtig ist hierbei, daß die Spannung an der Basis negativ gegen das Emitterpotential ist und weiter, daß der Germaniumtransistor ein PNP-Typ ist (Emitterpfeil weist nach innen), der bei einer negativen Basisspannung gesteuert wird.

Der Basisstrom steuert den Transistor voll in den Leitzustand („Sättigung"), der Strom in der Emitter/Kollektor-Strecke steigt auf den höchstmöglichen Wert an; dieser Wert wird von der Speisespannung der Stufe (Akkuspannung 12 Volt) und dem Widerstandswert R2 bestimmt. In dieser Situation steht am Transistor eine kleine Restspannung von einigen 100 Millivolt, am Widerstand R2 dagegen steht fast die volle Akkuspannung von ca. 12 Volt.
Die Funktion der Schaltung läßt sich wie folgt kurz zusammenfassen: Leuchtet die Autolampe, so erscheint am oberen Anschluß von Widerstand R2 eine Spannung in Höhe von 12 Volt gegenüber Masse (Fahrzeugchassis). Leuchtet die Lampe nicht (Unterbrechung des Glühfadens oder der Zuleitung, korrodierte Lampenfassung), so ist die Spannung über R2 Null Volt. Zu diesen beiden Zuständen erzeugt die sich anschließende Steuerstufe die passenden LED-Anzeigen.

DIE LED – STEUERUNG

Die in Bild 3 angegebene Schaltung erinnert

Bild 3. Die Stromumkehrung im Ausgang.



etwas an eine komplementäre Endstufe in NF-Leistungsverstärkern. Eine Reihenschaltung aus einem PNP-Transistor (T1) und einem NPN-Typ (T2) liegt zwischen den Polen der Speisespannung. Die beiden Basisanschlüsse der Transistoren werden über getrennte Widerstände R3, R4 von demselben Signal gesteuert, das hier zur anschaulichen Darstellung mit einem Schalter S erzeugt wird.
Die beiden LEDs (bzw. die Bi-LED) liegen auf einer Seite gemeinsam an dem Knotenpunkt eines Spannungsteilers aus den gleichgroßen Widerständen R6/R7, auf der anderen Seite liegen sie gemeinsam an den zusammengeschalteten Kollektoren der beiden Transistoren.
Zunächst sei folgende Situation angenommen: Der Schalterkontakt steht unten, legt somit den Knotenpunkt R3/R4 auf Masse. In T2 kann in dieser Situation kein Steuerstrom fließen, wohl aber in R3: Vom Pluspol über die Emitter/Basis-Strecke T1 und weiter über R3 und den auf Masse liegenden Schalterkontakt nach Masse. T1 leitet, er legt den Verbindungspunkt der Kollektoren auf Plus. Es fließt ein Strom vom Pluspol über die leitende Emitter/Kollektor-Strecke von T1 über die LED D1 und Widerstand R2 nach Masse. Die LED, die vom Strom I1 durchflossen wird, leuchtet; es ist übrigens die rote.
Nun kommt der Schalter in die andere, eingezeichnete Stellung. Es fließt Steuerstrom in T2: vom Pluspol über S, R4 und die Basis/Emitter-Strecke von T2 nach Masse. T2 leitet, er zieht den Knotenpunkt der Kollektoren nach Masse. In dieser Situation fließt der Strom I2: über R1, D2 (sie leuchtet jetzt). und Transistor T2. Dagegen sperrt T1 jetzt, und D1 ist „aus".
Der Schalter S in Bild 3, der einmal den Pluspol der Akkuspannung, einmal den Null an den Knotenpunkt R3/R4 legt, simuliert somit den Ausgang der Detektorschaltung in Bild 2; auch dort treten die beiden Zustände



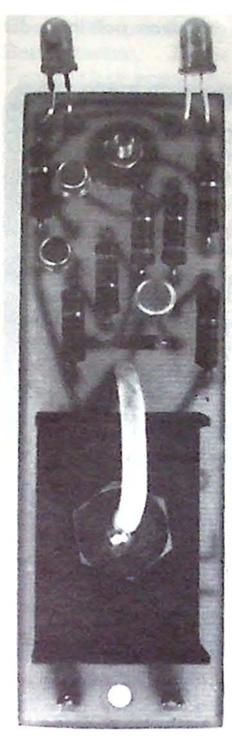
+12 Volt und Null Volt auf. Man braucht demnach nur die beiden Teilschaltungen miteinander zu verbinden, und fertig ist die L.E.D.S. Leider geht es nicht ganz so einfach. Warum, und was zu tun ist, zeigt der nächste Abschnitt.

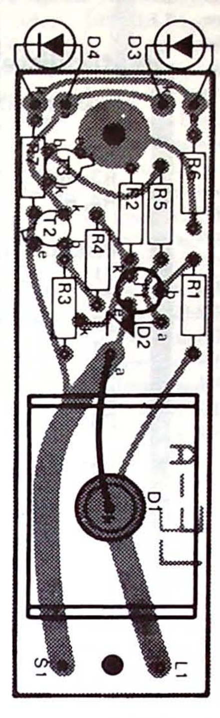
DAS GESAMTSCHALTBILD

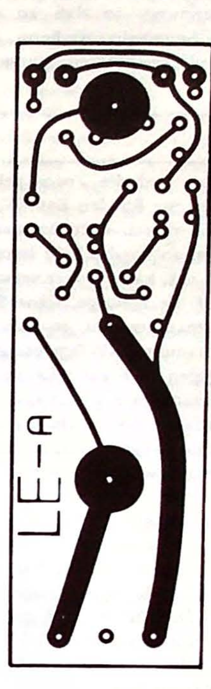
In Bild 4 sind die beiden Teilschaltungen unmittelbar zu erkennen, allerdings auch zwei zusätzliche Bauelemente, ohne die es nicht geht.

Die beiden Transistoren in Bild 3 dürfen nie gleichzeitig leiten, weil dann der Akku kurzgeschlossen wird! Zwar dürfte er das als Abwechslung in seinem eintönigen, etwa dreijährigen Akkuleben auffassen, die beiden Transistoren denken darüber jedoch ganz anders: Sie gehen unmittelbar hopps. Der Widerstand R3 und die Zenerdiode D2 in Bild 4 verhindern den vorzeitigen Exitus. Wie kann eventuell gleichzeitiges Leiten von T2 und T3 entstehen? Wenn Transistor T1 (Bild 4) gerade sperrt, steht über seinem

Bild 4. Das vollständige Schaltbild. Als LEDs D3 und D4 eignet sich auch ein bipolarer Typ.







Print und Bestückungsplan L.E.D. *Über die breiten Kupferbahnen des Prints fließt der Lampenstrom, deshalb müssen sie zusätzlich verzinnt werden, um den Leitungswiderstand herabzusetzen. Die Leistungsdiode D1 (Silizium) muß minimal 3 Ampere verkraften können und genügend gekühlt werden. Montiert man den Print mit metallischen Abstandsröhrchen auf das Fahrzeugchassis, so kommt die erforderliche Masseverbindung automatisch zustande.*

Emitterwiderstand R2 keine Spannung. In dieser Situation leitet T2. Sein Basisstrom fließt aber über R2, nämlich auf dem Weg: Plus, Emitter/Basis-Strecke T2, R4, R2, Masse. Wenn die Akkuspannung hoch ist, z.b. bei einem neuen Exemplar, kann es passieren, daß der Basisstrom von T2 an R2 einen Spannungsabfall erzeugt, der bedrohlich in die Nähe von 0,7 Volt kommt; diese Spannung kann den Transistor T3 unerwünscht und eben gleichzeitig in den Leitzustand steuern. Die Zenerdiode D2 liegt in Serie zu der Basis/Emitter-Strecke von T3, sie erhöht die Schwellenspannung dieses Transistors „künstlich" von 0,7 Volt auf 0,7 + 4,7 Volt. Somit ist die Sache jetzt sicher.

Aber auch die andere Situation, wenn T1 in Bild 4 leitet, ist nicht unkritisch. Der Spannungsabfall über Widerstand R2 hat dann den Betrag der Akkuspannung. T3 leitet, T2 sperrt. Im ungünstigen Fall hat T1 einen geringen Verstärkungsfaktor; es kann dann passieren, daß die Spannung am oberen Ende von R2 nicht den vollen Betrag der Speisespannung erreicht. Da der Emitter von T2 an der vollen Speisespannung liegt, kann eine Differenzspannung von 0,7 Volt oder mehr zwischen R2 und Emitter T2 diesen Transistor in den Leitzustand steuern. Mit dem zusätzlichen Widerstand R3 wird dies sicher

verhindert. Er bildet mit Widerstand R4 einen Spannungsteiler für die eventuell auftretende Differenzspannung, so daß an der Basis von T2 eine Spannung erscheint, die nur etwa den 5. Teil der Differenzspannung beträgt.

BAUHINWEISE

Der Bestückungsplan und die Fotos geben die wichtigsten Hinweise für den Bau. Wenn in der Stückliste die asbach-uralt-Transistortypen „OC" stehen, so ist das kein Irrtum. Wer so etwas noch hat, kann es hier verwenden; es kommt auf die niedrige Schwellenspannung des Germaniums an, so daß im Prinzip jeder Germanium-PNP-Typ geeignet ist. Diode D1 dagegen muß ein Siliziumtyp sein, mit einer minimalen Stromstärke von ' Ampere (Dauerstrom). Solche Dioden gibt unter zahlreichen Typenbezeichnungen, shalb soll hier keine zwingend vorgeschrien werden. Man sollte aber vor dem Einbau nit einem Durchgangsprüfer feststellen, ob sie in Ordnung ist, d.h. in einer Richtung leitet, in der anderen sperrt. Damit hat man gleichzeitig die Anschlußbelegung festgestellt bzw. kontrolliert. Die Diode muß gekühlt werden, etwa mit einem Kühlwinkel SK 09, Länge 37,5 mm oder mit einem selbstgemachten Kühlwinkel aus Alu.

Über die breiten Kupferbahnen des Prints fließt der hohe Lampenstrom. Es ist erforderlich, die Bahnen zu verzinnen, um ihren Widerstand herabzusetzen.

Nimmt man statt zweier LEDs eine Bi-LED zur Anzeige, so dürfte es im einen oder anderen Fall vorkommen, daß die Bedeutung der Anschlüsse nicht bekannt ist. Es empfiehlt sich folgender Test: Eine 12 Volt-Glühlampe für Taschenlampen o.ä. spielt Autolampe, und man speist sie und den L.E.D.S.-Print aus einer beliebigen 12 Volt-Quelle (Akku oder z.B. 3x4,5 Volt-Flachbatterien). Leuchtet die Bi-LED grün und behauptet damit, die Glühlampe sei o.k., derweil jeder sieht, daß die Lampe aus ist, dann polt man die LED um.

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1 = 1,5 k-Ohm
R2 = 470 Ohm, 1/2 Watt
R3, R6, R7 = 1 k-Ohm
R4, R5 = 4,7 k-Ohm

HALBLEITER

T1 = OC 72, OC 76, AC 121
T2 = BC 177 A
T3 = BC 107 A
D1 = Si-Diode, 3 Ampere
D2 = Z-Diode 4V7, 1/4 Watt
D3 = LED grün (s. Text)
D4 = LED rot (s. Text)

SONSTIGES

6 x Lötstifte RTM
6 x Steckschuhe RF
2 x Gewinde-Röhrchen M3, Metall, 5 mm...15 mm
1 x Kühlwinkel 37,5 mm

MONTAGE

Viel ist hierzu nicht zu sagen, weil der benötigte Platz von der Anzahl der zu überwachenden Lampen und somit von der Anzahl der Prints abhängt. Nach einem Masseanschluß sucht man auf dem Print vergeblich. Befestigt man den Print mit metallischen Abstandsröhrchen auf einem Metallteil des Fahrzeugs, so kommt hier die Verbindung zum Chassis und somit zum negativen Pol des Akkus zustande.

Wie zu Anfang bereits erwähnt, sind Eingriffe in die Verkabelung des Bordnetzes erforderlich. Deshalb sollte man sich von der richtigen Funktion der Kontrollanlage überzeugt haben, bevor man wieder am Verkehr teilnimmt.

Über Sensorschalter, auch Berührtaster, Tipp- oder Tapschalter genannt, gibt es in der Redaktion keine Meinungsverschiedenheiten: Es sind uneingeschränkt überflüssige Dinger. Noch nie ist jemand außer Atem geraten, wenn er einen gewöhnlichen Schalter betätigte, noch nie hat sich jemand an einem Kippschalter den Daumen verstaucht. Trotzdem wird die Sorte von Schaltern, mit denen man heute das Licht ein- und ausschaltet, im Jahre 2000 nur noch im Museum zu bestaunen sein, wenn sich das Denken über Sinn und Unsinn des technischen Fortschritts nicht fundamental wandelt, und danach sieht es nicht aus. So, wie Großvaters Drehschalter längst durch Wippenschalter abgelöst wurde, so wird demnächst das Licht durch „Antippen" eines Sensors bedient, wobei zu befürchten ist, daß es nicht spontan ein- oder ausgeschaltet, sondern über einen automatischen Dimmer langsam hochgefahren wird.

Sensoren und Sensorschalter

In diesem Beitrag geht es um Sensorschalter, um ihre Ausführungsarten und die Funktionsweise. Denn die einleitenden, kritischen Bemerkungen ändern nichts daran, daß sich die Sensoren weiter durchsetzen. Sie sind eine Realität, und man sollte wissen, wie sie funktionieren.

Der wesentliche Unterschied zwischen mechanischen Schaltern und Sensoren: Das mechanische Tast- oder Schaltelement muß zunächst berührt werden, dann muß man eine Kraft aufwenden, um das Bedienungsteil zu bewegen; beim Sensor genügt das bloße Berühren.

Es stellt sich die Frage, ob dieser Bedienungskomfort den schaltungstechnischen Aufwand rechtfertigt. Wahrscheinlich waren die ersten sensorbedienten Geräte nur modernistisch gedacht, aber jetzt kann man davon ausgehen, daß demnächst jedes elektronische Gerät grundsätzlich mit Sensoren ausgerüstet ist.

Der Sensorkontakt ist in vielen Fällen zu einem Symbol geformt, das die Funktion des betreffenden Sensorelementes augenfällig kennzeichnet. Berührt man den Kontakt, so reagiert die dahinter befindliche Elektronik.

Es gibt zwei Kontaktausführungen, weil man die Elektronik auf zwei unterschiedliche Arten arbeiten lassen kann.

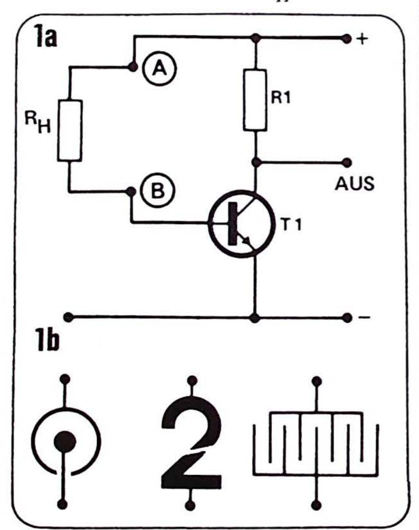
Bei Sensoren der ersten Art, dargestellt in Bild 1a, wird der Widerstand der menschlischen Haut im Augenblick des Berührens in die Elektronik einbezogen. Überbrückt man zwei nahe beieinander liegende Kontakte A und B mit der Fingerspitze, so fließt vom Pluspol der Speisespannung über den Hautwiderstand ein Strom durch die Basis/Emitter-Strecke des Transistors T1 nach Masse. Der Transistor wird dabei mehr oder weniger in den Leitzustand gesteuert, d.h. es fließt ein viel stärkerer Strom in der Kollektor/Emitter-Strecke, somit auch durch den Widerstand R1, so daß hier eine Spannungsabfall entsteht. Dieser kann als

Signal aufgefaßt werden, man kann also vom Kollektor aus eine sich anschließende Schaltung steuern.

Diese Konstruktion hat den Nachteil, daß der Sensor aus zwei Kontakten besteht, die zudem so nahe zusammenkommen müssen, daß beim Antippen der isolierende Zwischenstreifen mit Sicherheit überbrückt wird. Bild 1b zeigt einige Ausführungen solcher „Zweipunkt-Sensoren". Ziffern, Buchstaben oder Symbole, die zur Kennzeichnung der betreffenden Sensorfunktion dienen sollen, müssen immer in zwei Teile getrennt werden; das sieht ziemlich häßlich aus.

Neben diesen Nachteilen gibt es noch rein elektronische Eigenschaften, die sich in unsicherer Funktion äußern. Der Hautwiderstand ist keine konstante Größe, er variiert nicht nur von Person zu Person, sondern st auch bei derselben Person nicht konstant, hängt insbesondere von der momentanen ychischen Verfassung ab.

ild 1. Der Hautwiderstand R_H als Auslöser.



Sensoren dieser Art müssen eine sehr empfindliche Elektronik haben, damit ein Hautwiderstand von einigen Meg-Ohm zum Auslösen der Sensorfunktion führt. Der sehr kleine Strom in der Basis muß ganz erheblich verstärkt werden, dies würde bei diskretem Aufbau der Elektronik (mit Einzelbauelementen, also ohne ICs) bereits mehrere Transistorstufen erfordern. Verschmutzung des Sensors kann sehr leicht zur Fehlfunktion führen, und wenn die Oberfläche im Laufe der Zeit oxidiert, fällt der Sensor ganz aus. Der einzige Vorteil des Zweipunktsensors liegt darin, daß Störimpulse von außen, z.B. bei Gewitter, den Sensor nicht beeinflussen. Kontakt B in Bild 1a hat eine niedrige Impedanz nach Masse und ist somit unempfindlich für Störfelder.

Ein zweites Verfahren, die Berührung eines Sensors in ein elektronisches Signal umzusetzen, beruht auf der Tatsache, daß der menschliche Körper aus den ihn fast immer umgebenden elektrischen Feldern Wechselspannungen „auffängt", die an der Körperoberfläche feststellbar sind. Der Mensch ist dann ein Empfänger, als Sender können Rundfunk- und Fernsehsender sowie insbesondere die Netzleitungen gelten. Diese Erscheinung dürfte jedem bekannt sein, denn das laute Brummen, das ein Lautsprecher von sich gibt, wenn man einen empfindlichen Punkt in einem Verstärker mit dem Finger berührt, beruht auf diesem Effekt.

Diese Spannung auf der Haut läßt sich messen, so zeigen z.B. ein Röhren- oder FET-Voltmeter an, wenn man die „heiße" Meßklemme berührt. Spannungen von 10 Volt und mehr sind keine Seltenheit. Allerdings darf der Mensch nicht nennenswert „belastet" werden, man darf sich also nur an einen sehr hochohmigen Meßgeräteeingang anschließen, sonst ist die Spannung futsch.

Eine hochohmige Eingangsschaltung zeigt

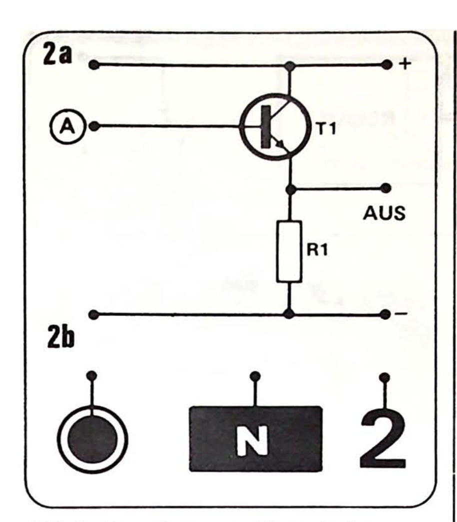


Bild 2. Der elegantere Einpunkt-Sensor reagiert auf Brummspannungen auf der Haut.

Bild 2a, es ist der altbekannte Emitterfolger. Ohne ein Steuersignal ist der Transistor T1 gesperrt, über dem Emitterwiderstand ist keine Spannung zu messen. Berührt man den Punkt A mit der Fingerspitze, dann steuern die positiven Halbwellen der Wechselspannung auf der Haut den Transistor immer kurzzeitig in den Leitzustand. Am Emitterwiderstand sind nun Impulse mit der Frequenz 50 Hertz meßbar, und zwar niederohmig, so daß hier ein Signal zur Verfügung steht, das ohne Schwierigkeiten weiterverarbeitet werden kann.

Diese Sensorkonstruktion ist wesentlich eleganter als der Zweipunktsensor. Der Einpunktsensor ist empfindlicher, seine Reaktionsfähigkeit ist völlig unabhängig von dem bei der Berührung ausgeübten Druck. Außerdem spielen so veränderliche Größen wie Hautwiderstand und Verschmutzung des Sensors keine Rolle mehr.

Allerdings hat auch diese Schaltung einen Nachteil; die Verbindungsleitung zwischen dem Sensor und der Basis des Transistors ist eine Antenne, die dank der geringen Belastung durch die nachfolgende Transistorstufe für Störfelder empfindlich ist. Bei Blitz oder beim Einschalten einer Leuchtstofflampe entstehen starke Felder, die den Sensor unerwünscht betätigen können.. Hiergegen gibt es Abhilfe. Ein sorgfältiger Einbau in ein Metallgehäuse oder Abschirmung der Sensor-Zuleitung beseitigen das Übel vollständig. Bild 2b zeigt einige mögliche Ausführungsformen für den Einpunktsensor. Stellt man den Sensor aus kupferkaschiertem Material her, so kann man das Symbol von der Rückseite her beleuchten, auf diese Weise lassen sich gutaussehende Effekte erzielen.

Die Elektronik hinter einem Sensor kann auf unterschiedliche Eigenschaften und Funktionen ausgelegt werden. Die Sensorschaltung enthält auf jeden Fall einen Speicher, der zu jedem Zeitpunkt die Information enthält, ob mit der letzten Betätigung der Sensorschalter ein- oder ausgeschaltet wurde. Bei einem mechanischen Schalter ist diese Information in der (eingerasteten) Schalterstellung gespeichert.

Bild 3 zeigt eine Schalterausführung mit zwei Sensoren; von denen der eine zum Ein-, der andere zum Ausschalten dient. Berührt man den A-Sensor, so setzen die Steuerimpulse den Speicher in den EIN-Zustand. Der Relaiskreis wird gesteuert, das Relais zieht an. Beim Berühren des B-Sensors erfolgt Reset des Speichers, das Relais fällt in die Ruhelage zurück, der AUS-Zustand ist wieder eingetreten.

Diese Art Schaltung ist vom Aufbau her einfach, hat aber einen Schönheitsfehler, es sind nämlich zwei Sensoren erforderlich, das ist unpraktisch.

In Bild 4 ist eine Schaltung angegeben, die mit nur einem Sensor auskommt. Berührt man diesen, so ändert sich auf jeden Fall die Speicherinformation. War das Relais vorher

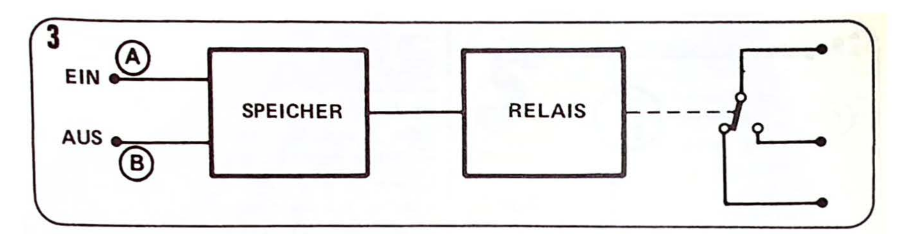
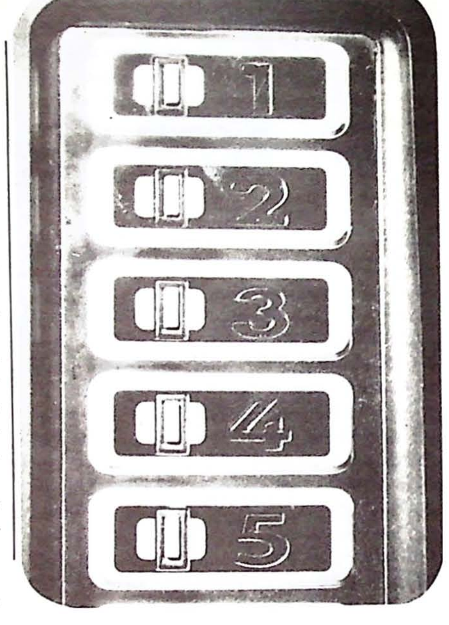
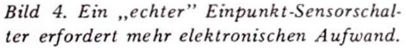
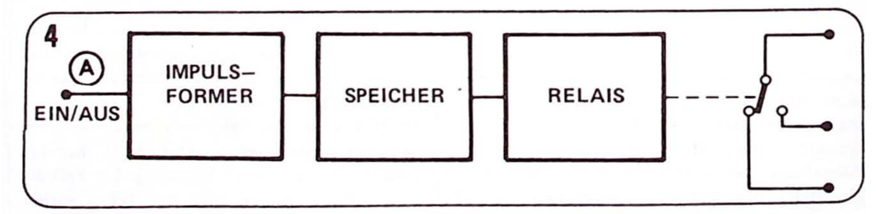


Bild 3. Prinzip eines einfachen Sensorschalters, der aber 2 Einpunkt-Elemente benötigt.

in Arbeitsstellung, so geht es jetzt in seine Ruhelage und umgekehrt.
Diese Schaltung ist natürlich eleganter, erfordert aber mehr Schaltungsaufwand. Hauptgrund dafür: Beim Berühren des Sensors entstehen am Eingang der Elektronik zahlreiche Impulse, wie kurz die Berührung auch sein mag. Es darf aber immer nur ein Impuls verwertet werden, damit der Speicher eine eindeutige Information bekommt; andernfalls klappert das Relais und es ist unbestimmt, in welcher Stellung Speicher und Relais schließlich stehen bleiben.
Deshalb ist in dem Blockbild 4 ein Impulsformer eingezeichnet, er bewirkt, daß in der gesamten Zeit zwischen dem ersten Berühren des Sensors und dem Ende der Kontaktgabe nur genau ein Impuls zum Speicher gelangt.
In dem Beitrag „Einpunkt-Sensor" in dieser Ausgabe ist ein Teil der hier angestellten Betrachtungen in die Praxis umgesetzt.




Bild 4. Ein „echter" Einpunkt-Sensorschalter erfordert mehr elektronischen Aufwand.



EINPUNKTSENSOR diskret aufgebaut

Um obigen Titel gleich zu konkretisieren: „Diskret" steht für „mit Einzel-Bauelementen aufgebaut", also nicht mit speziellen ICs. Diese gibt es nämlich, auch für den Aufbau von Sensorschaltern, und so gesehen ist die hier beschriebene Schaltung nicht gerade der letzte Schrei. Aber P.E. hat sich nun einmal die Aufgabe gestellt zu zeigen, wie es funktioniert, deshalb müssen – von Ausnahmen abgesehen – die Schaltungen durchsichtig sein. Komplexe integrierte Schaltungen im schwarzen Gehäuse sind das aber nicht.

Der diskrete „Einpunktsensor" ist mehr als nur ein Schalter mit einer EIN/AUS–Funktion. Die recht einfache Grundausstattung, die bei Berührung des Sensors ein Relais ein- und ausschaltet, kann mit zusätzlichen Widerständen und Kondensatoren auf dem Print erweitert werden, dabei sind folgende Funktionen möglich:

- mehrere E.S. erfüllen unabhängig voneinander die Grundfunktion
- mehrere E.S. werden so miteinander verbunden, daß ein Wechselschalter entsteht. Wenn man Sensor A berührt, schaltet das Relais A, während das Relais B oder das Relais C usw. abschaltet. Diese Funktion ist vergleichbar mit dem Bereichsumschalter eines Radios.
- eine der beiden bereits genannten Funktionen, jedoch können alle Relais mit je einem weiteren E.S. gemeinsam ein- und/oder ausgeschaltet werden.

Der Print ist so entworfen, daß es sehr einfach ist, mehrere Prints miteinander zu verbinden. Wer selbst Prints macht, kann natürlich die Gesamtschaltung, die er bauen will, auf einer größeren Platte unterbringen. Die Sensorkontakte können dann mit abgeschirmter Leitung mit den betreffenden Eingängen der Schaltung verbunden werden.

Die Beschreibung des Blockbildes ist hier nicht erforderlich, denn die gewählte Schaltung ist die Luxusausführung, die im Beitrag „Sensoren und Sensorschalter" in dieser Ausgabe in Bild 4 dargestellt ist.

In Bild 1 ist der Impulsformer dargestellt. Er soll einen Impuls abgeben, wenn der Sensor berührt wird. Er soll auf den ersten Impuls, der am Emitter des Eingangstransistors entsteht, reagieren. Außerdem ist eine Zeit fest zu legen, während der die weiteren Impulse, die auch beim kurzen Berühren des Sensors entstehen, keinen Einfluß ausüben. Eine für diese Aufgabe geeignete Schaltung ist der monostabile Multivibrator (MMV). Diese erste Funktionsgruppe besteht aus zwei Transistorstufen T2 und T3, die einmal kapazitiv (C2) und einem ohmisch (R3) gekoppelt sind. Über die Stufe T1, die einen hohen Eingangswiderstand hat, wird der MMV getriggert, wenn man den an der Basis von T1 angeschlossenen Sensor berührt.

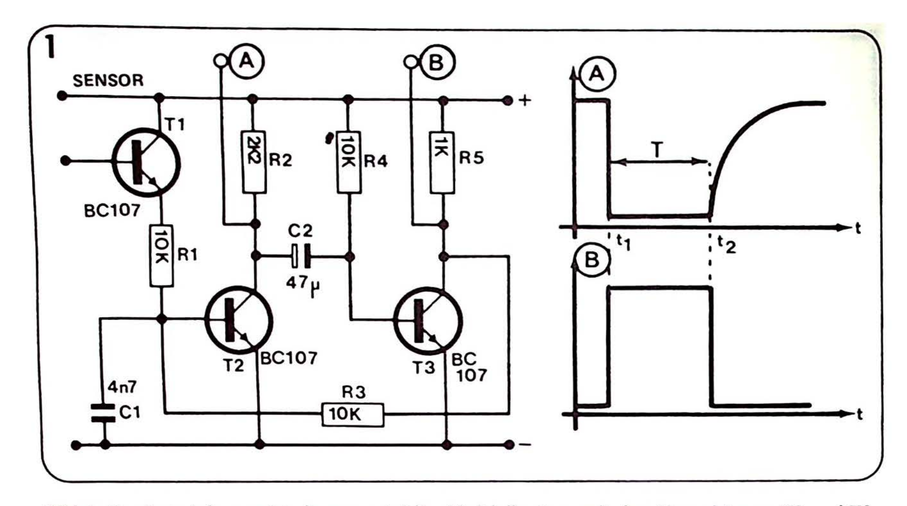


Bild 1. Der Impulsformer ist ein monostabiler Multivibrator, mit den Transistoren T2 und T3.

n Ruhezustand leitet der Transistor T3; sei- : Basis liegt über Widerstand R4 am positi- en Pol der Speisespannung. An seinem Kollektor ist zu diesem Zeitpunkt die Spannung noch niedrig, fast Null Volt. Deshalb kann auch vom Kollektor T3 kein Strom über R3 und die Basis/Emitter-Strecke von T2 nach Masse fließen, und da vom Eingang her (über R1) auch nichts „kommt", da der Sensor noch nicht betätigt wurde, sperrt T2, seine Kollektorspannung (A) hat den Wert der positiven Speisespannung. Das ist die stabile Ruhelage des MMV.

Berührt man den Sensor, dann leitet T1 während der positiven Halbwellen an der Basis, er arbeitet also im Impulsbetrieb. Sofort nach dem Berühren steuert der erste Impuls bereits einen Strom in die Basis von T1, dieser leitet und steuert seinerseits einen Strom in die Basis von T2. Im rechten Teil von Bild 1 ist dieser Zeitpunkt mit t1 bezeichnet. Die Kollektorspannung A des Transistors T2 wird Null, weil T2 nun leitet.

Das Netzwerk C2/R4 bildet ein sogenanntes Differenzierglied, es läßt den plötzlich auftretenden Sprung der Spannung von einem positiven Wert nach Null über C2 voll an der Basis von T3 wirksam werden. Dieser Halbleiter sperrt, sein Kollektor nimmt nun Speisespannungspotential an (unterer Teil der Grafik in Bild 1).

In dieser Situation kann vom Kollektor von T3 ein Strom über R3 auf die Basis von T2 fließen. Dieser Transistor wird nun im Leitzustand gehalten, die weiteren Impulse vom Sensor wirken sich nicht aus, und auch am Ende der Berührung ändert sich nichts, weil der MMV noch in seinem a-stabilen Zustand ist.

Vom Zeitpunkt t1 ab ist der rechte Belag des Kondensators C2 negativ geladen. Diese Ladung wird nun langsam abgebaut, der Entladestrom fließt vom Pluspol der Speisespannung über C2 und den leitenden T2 nach Minus (Null Volt). Das Potential am rechten Belag von C2 steigt langsam an. Zum Zeitpunkt t2 ist ein Wert von ca. 0,7 Volt erreicht; der Transistor T3 beginnt zu leiten, seine Kollektorspannung wird Null. Dies merkt über R3 auch der Transistor T2, er

sperrt, weil seine Basis nicht mehr gesteuert wird. Die Spannung am Kollektor von T2 steigt an, über C2 wird der bei T3 begonnene Übergang zum Leitzustand unterstützt. Das Umschalten zum Ruhezustand geht demnach sehr schnell, wenn T3 am Ende der Zeitspanne T wieder zu leiten beginnt. Am Kollektor von T3 tritt eine saubere Impulsflanke auf (untere Grafik, Zeitpunkt t2).
Die Dauer der Zeit T hängt von der Bemessung der Bauelemente C2 und R4 ab, sie bestimmen die Entladezeitkonstante. In der vorliegenden Schaltung ist die MMV-Zeit auf ca. 0,5 s festgelegt.
Kondensator C1 verhindert, daß schwache Impulse, die über die als „ Antenne" anzusehende Verbindung Sensor–T1 in die Schaltung gelangen, den MMV triggern.

DER SPEICHER

Abweichend vom Blockschaltbild ist das Relais in der tatsächlichen Ausführung des Sensorschalters keine getrennte Einheit, vielmehr ist es in den Speicher integriert. Dieser Speicher ist wiederum ein Multivibrator, diesmal jedoch ein bistabiler (BMV), auch FlipFlop genannt.
Beim Einschalten der Speisespannung wollen beide Transistoren, T4 und T5, in den Leitzustand, da jede Basis über je zwei Widerstände an der positiven Speisespannung liegt. Allerdings kann T5 nie der schnellere sein, denn zwischen seiner Basis und Masse liegt ein Kondensator, der zuerst geladen werden muß. T4 leitet also als erster, seine Kollektorspannung ist nahezu Null Volt. Über R7 liegt die Basis von T5 ebenfalls auf dieser Spannung, so daß es gar nicht erst zu einer Aufladung von C3 kommt. T5 sperrt, während T4 leitet; das ist der stabile Zustand des BMV nach dem Einschalten der Spannung.
Das Relais liegt in der Kollektorleitung des (sperrenden) T5, es ist somit in seiner Ruhestellung.
Die Bauelemente R8, R12, D2, D3, C4 und C5 sorgen dafür, daß das FlipFlop kippt, wenn auf Punkt A der Befehl dazu gegeben wird. Dieser Anschluß (Bild 2) ist mit dem Anschluß A in Bild 1 verbunden, es tritt hier demnach eine negative Impulsflanke auf. Dieser negative „Spannungssprung" wird über C4/D2 oder C5/D3 an der Basis des gerade leitenden Transistors wirksam, nicht jedoch an der Basis des sperrenden. Zum vorher betrachteten Zeitpunkt leitet T4, hier wird der Steuerimpuls wirksam. Es ist negativ, so daß T4 nun sperrt. Seine Kollektorspannung wird stark positiv, so daß nun T5 über Widerstand R7 Steuerstrom erhält. Über die Widerstände R9 und R7 halten sich die beiden Transistorstufen wechselseitig in dem jetzt eingetretenen Zustand.
Da T5 nun leitet, fließt in der Reihenschaltung von Relais und Widerstand R10 Strom, das Relais geht in Arbeitstellung. Der Spannungsabfall, den der Strom an R10 erzeugt, tritt auch an der Reihenschaltung aus R11 und LED D1 auf, die LED leuchtet.
Berührt man nun den Sensor wieder, dann tritt an Punkt A erneut eine negative Impulsflanke auf, die nun aber über C5 und D3 am leitenden T5 wirksam wird. T5 sperrt dann, der bi-stabile Multivibrator kippt in seine Anfangslage zurück und „nimmt" das Relais mit.

ERWEITERUNGEN

Verbindet man die Schaltungen in Bild 1 und Bild 2 in der beschriebenen Reihenfolge miteinander, so entsteht bereits ein vollwertiger Sensorschalter. Dies ist die einfachste Ausführung.
In der Praxis stellen sich jedoch komplexere Schaltaufgaben. In diesem Beitrag geht es besonders darum, die Lösung solcher Aufgaben zu zeigen.
Bild 3 zeigt eine erste Erweiterung. Die Teilschaltungen aus Bild 1 und 2 sind hier als Blöcke dargestellt. Die eingekreisten Buchstaben A bis F korrespondieren mit den

2

C E F D
+
LED
D1
470 R6
47 R10
47 R11
Ry1
R7 4K7
R9 4K7
10K R8
BC 107
T4
D2
1N 914
D3
BC 107
10n
T5
C3
10K R12
4n7
470p
C4
C5
−
A

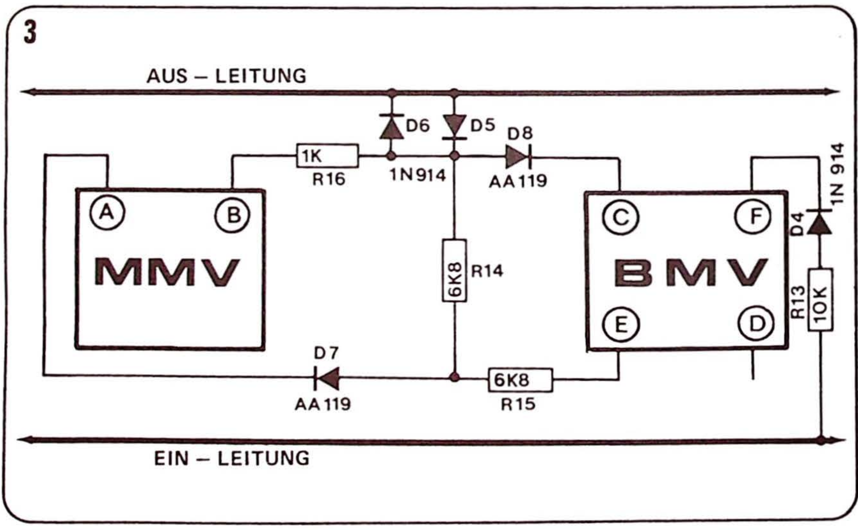


Bild 2. Der Speicher ist ein FlipFlop (bistabiler Multivibrator). Im gesetzten Zustand leitet die rechte Seite mit T5, das Relais ist aktiviert; die LED zeigt diesen Zustand der Schaltung an.

gleichlautend bezeichneten Schaltungspunkten in Bild 1 und 2.

Die beiden langen, fett gezeichneten EIN- und AUS-Leitungen verbinden alle Schaltereinheiten miteinander, wenn man ein System zusammenstellen will. Ein positiver Impuls, der extern erzeugt wird oder von einer Sensoreinheit, schaltet über die EIN-Leitung alle Einheiten ein, über die AUS-Leitung alle aus. Die AUS-Leitung ist bei einem Wechselschaltersystem ebenfalls aktiv.

Am einfachsten funktioniert die EIN-Leitung. Ein positiver Impuls gelangt über diese Verbindung auf die Basis des Transistors T5, und zwar in allen angeschlossenen Einheiten (Punkt F, Bild 2). Diese Transistoren gehen in den Leitzustand, die Schalter sind EIN. Die Verbindung zwischen der EIN-Leitung und der Basis kommt in jeder Einheit über R13 und D4 zustande; R13 ist ein Schutzwiderstand, D4 dient zur Trennung der Einheiten.

Zum gleichzeitigen Ausschalten aller angeschlossenen Einheiten dient ein (positiver) Befehlsimpuls auf der AUS-Leitung, er gelangt jeweils über die Reihenschaltung der Bauelemente D5, R14 und R15 auf die Basis des Transistors T4 (Bild 2); alle FlipFlops kippen in die Ruhestellung.

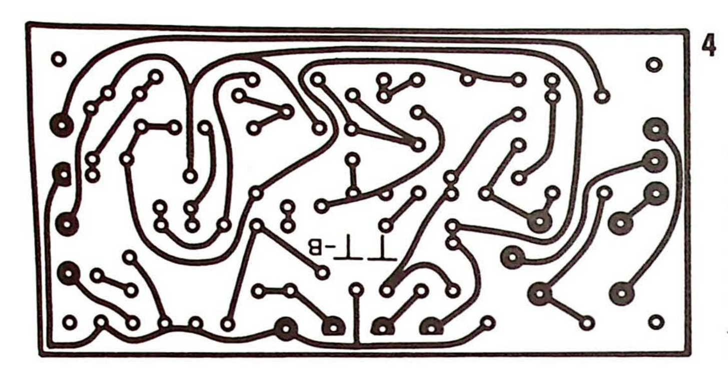
Die übrigen, bisher nicht erwähnten Bauelemente in Bild 3 werden benötigt, wenn ein Wechselschalter-System aus mehreren Sensorschaltern aufgebaut werden soll.

Es soll erreicht werden, daß beim Berühren eines Sensors die betreffende Einheit einschaltet, alle anderen ausgeschaltet werden, wenn sie nicht bereits „AUS" waren. An Punkt B (Bild 1) der betreffenden Einheit erscheint ein positiver Impuls, der über D6 und R16 (Bild 3) auf die gemeinsame AUS-Leitung gelangt. Dabei passiert etwas Unerwünschtes: die AUS-Leitung bedient auch das FlipFlop, um dessen EIN-Schaltung es gerade geht: Über R16 und D6 gelangt zwar der positive Impuls von B im MMV zur AUS-Leitung, aber eben auch über R14 und R15 auf den AUS-Eingang E des BMV in der einzuschaltenden Einheit. Es gibt eine einfache Maßnahme zur Abhilfe: die Diode D7. Während der Impulsdauer des MMV erzeugt Ausgang B des MMV zwar den positiven AUS-Impuls für die anderen Einheiten, sein Ausgang A ist aber der einzige, der während dieser Zeit auf Null liegt. Die Diode D7 legt den Knotenpunkt R14/R15 für die Dauer der Impulszeit auf diese „Hilfsmasse" so daß der positive Impuls vom Ausgang B nicht auf den BMV gelangen kann. Hier zeigt sich auch die Notwendigkeit von R14; ohne diesen Widerstand würde die AUS-Leitung insgesamt stillgelegt und die anderen Einheiten nicht auf AUS geschaltet.

Die Diode D8 ist erforderlich, wenn die Sensoreinheiten zu einem Wechselschalter mit zusätzlicher gemeinsamer EIN- und AUS-Schaltung integriert werden sollen.



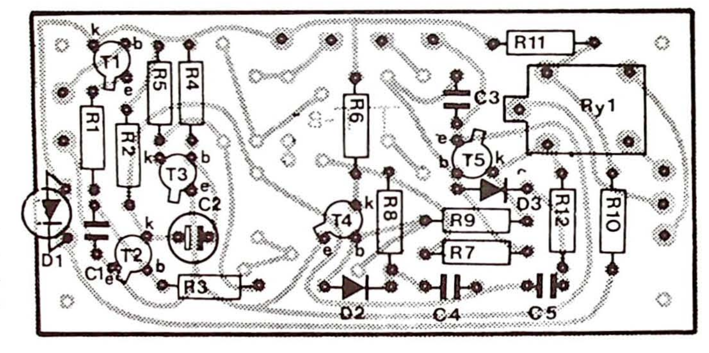
Bild 3. Die Einzel-Bauelemente in diesem Bild sind zusätzlich erforderlich, wenn man mehrere Einheiten kombinieren will. Nicht eingezeichnet: die direkte Verbindung MMV – BMV.



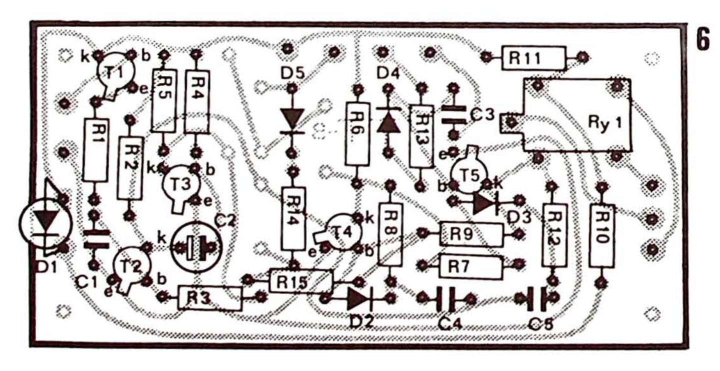
4

Der Print für den Sensorschalter kann wahlweise vertikal oder horizontal montiert werden. Der Print ist für alle Ausführungen vorbereitet.

5



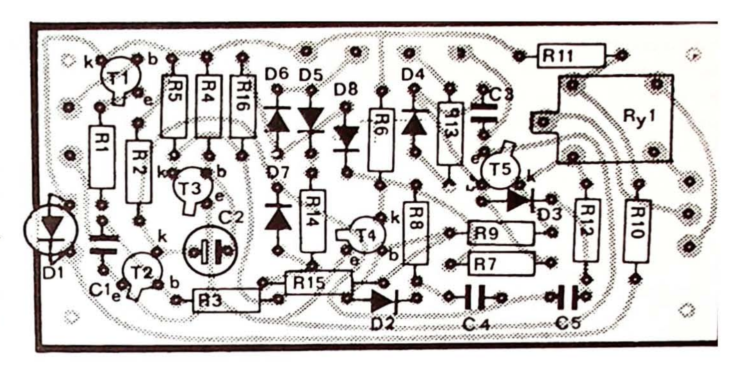
Der Bestückungsplan für die Ausführung als einfacher EIN/AUS-Schalter.



6

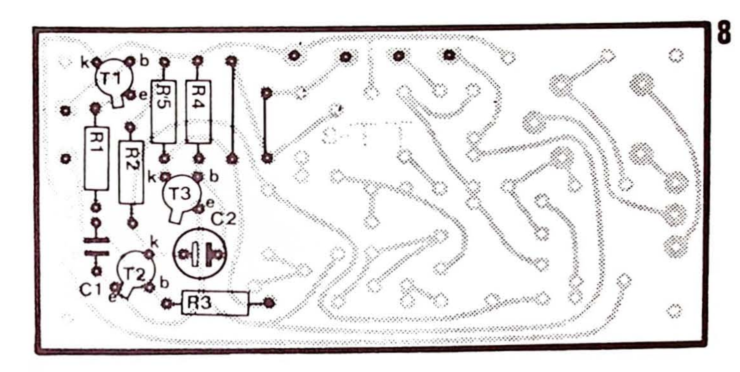
Ein EIN/AUS-Schalter mit der zusätzlichen Möglichkeit einer externen EIN/AUS-Steuerung.

7



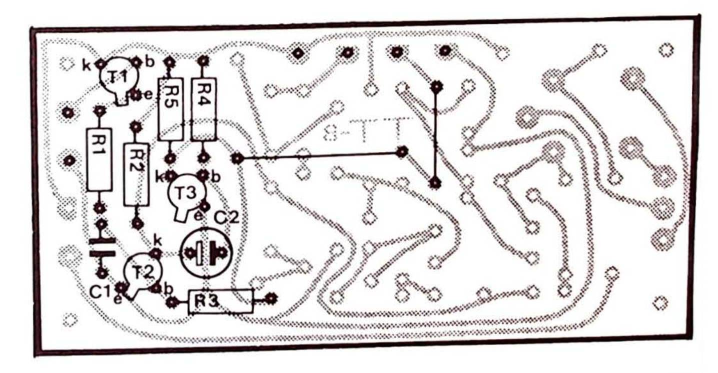
Ein Wechselschalter mit externer EIN/AUS-Steuerung. Will man auf die externen Steuerung verzichten, so können R13 und D4 entfallen.

8



Der Bestückungsplan für einen gemeinsamen AUS-Schalter.

9



Der Bestückungsplan für einen gemeinsamen EIN-Schalter.

Genaugenommen ist das eine merkwürdige Sache: ein Wechselschalter mit einem gemeinsamen Einschalter. Hat man alle Einheiten gemeinsam eingeschaltet, so wäre es logisch, wenn beim Berühren eines Sensors die betreffende Einheit auschaltet, beim Berühren eines weiteren Sensors dieser ausschaltet, während der zuerst betätigte wieder einschaltet. Dieses Verhalten, das einen „invertierten" Wechselschalter kennzeichnet, läßt sich aber mit dem bereits beschriebenen, gewöhnlichen Wechselschalter realisieren, indem die Ruhekontakte der Relais' benutzt werden, statt der Arbeitskontakte.

Der nach Bild 7 bestückte Sensorschalter hat zusammen mit weiteren, gleichartigen Einheiten und je einem gemeinsamen EIN- und AUS-Schalter ein Verhalten, das sich mit gängigen Begriffen wie „Wechselschalter" ıicht charakterisieren läßt. Betätigt man ıen Sensor, nachdem alle Einheiten einschaltet wurden, so schaltet der BMV die- : Einheit auf AUS; dabei wird Ausgang C ıull, so daß der gleichzeitig vom Ausgang B des MMV erzeugte, positive AUS-Impuls über die Diode D8 nach Null abgeleitet wird, er erscheint also nicht auf der gemeinsamen AUS-Leitung. Nur die betätigte Einheit schaltet ab, die anderen nicht. Betätigt man denselben Sensor erneut, so schaltet die Einheit wieder ein; diesmal jedoch schalten alle anderen Einheiten aus. Für ein solches Verhalten mag es gelegentlich eine praktische Anwendung geben, und wer experimentierfreudig ist, kann in der Praxis oder in Gedanken noch weitere Tricks entwickeln.

Abschließend ist noch zu bemerken, daß die Schwellenspannungen der Dioden bei der Betrachtung der Funktion zu berücksichtigen sind.

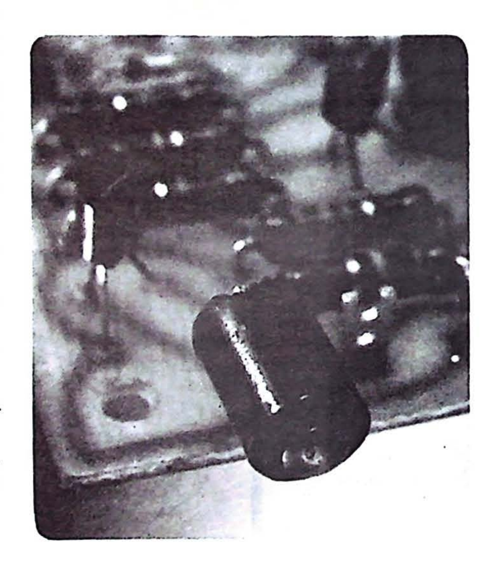
BAUHINWEISE

Der Print für den Sensorschalter (Bild 4) ist universell ausgelegt, er kann je nach Einsatzzweck verschieden bestückt werden.

Wer nur einen Sensorschalter bauen will, kann den bestückten Print zusammen mit einer 9 Volt-Versorgung in ein passendes Gehäuse einbauen. Zur Verbindung von Print und Sensor dient ein abgeschirmtes Kabel.

Will man ein bestimmtes Sytem aufbauen, so empfiehlt es ich, die Prints senkrecht nebeneinander zu montieren und mit Alu-Winkeln auf der Bodenplatte zu befestigen. Ersetzt man die Lötstifte durch eine passende Lötösenleiste, so kann man die Anschlüsse mit blankem Draht unmittelbar durchverbinden. Soll aus dem System ein sensorbedienter Schaltkasten werden, so kommen die Sensoren und die LEDs auf die Frontplatte des Gehäuses.

Der Print für einen gemeinsamen EIN- oder AUS-Schalter enthält nur die Bauteile aus Bild 1, allerdings mit zusätzlichen Drahtbrücken, die in den Bestückungsplänen 8 und 9 angegeben sind. Beim Berühren des Sensors entsteht ja an Punkt B ein Impuls, der so auf eine der gemeinsamen Steuerleitungen des Systems gelangt.



Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R3, R4, R8, R12, R13	= 10 k-Ohm
R2	= 2,2 k-Ohm
R5, R16	= 1 k-Ohm
R6	= 470 Ohm
R7, R9	= 4,7 k-Ohm
R10, R11	= 47 Ohm, 1/2 Watt
R14,R15	= 6,8 k-Ohm

KONDENSATOREN

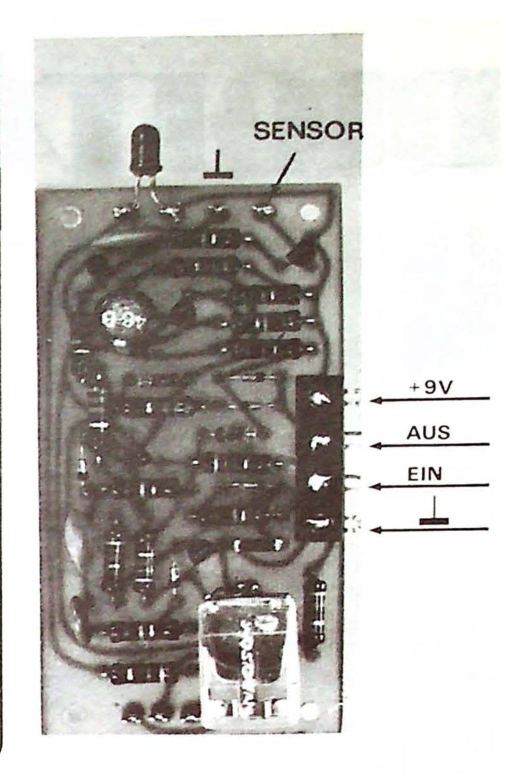
C1, C4	= 4,7 nF, ker. Scheibe
C2	= 47 µF, 16-25 V, RM 5
C3	= 10 nF, Siemens MKM
C5	= 470 pF, ker. Scheibe

HALBLEITER

T1 bis T5	= BC 107, BC 237
D1	= LED rot
D2 bis D6	= 1N4148, 1N914
D7, D8	= AA119

SONSTIGES

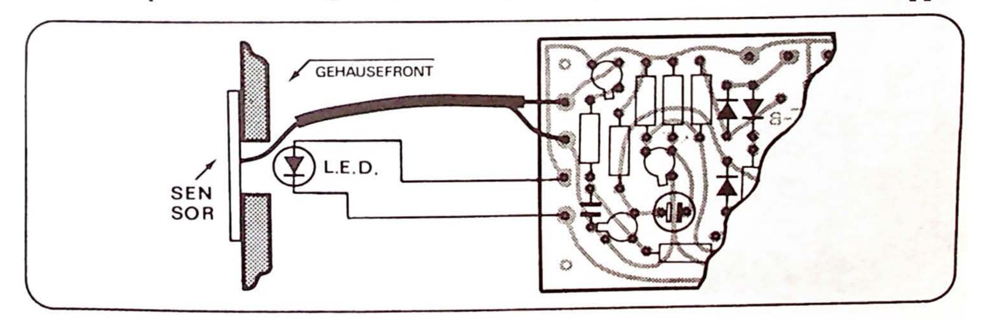
Ry1	= HOSIDEN-Relais TRMO-100



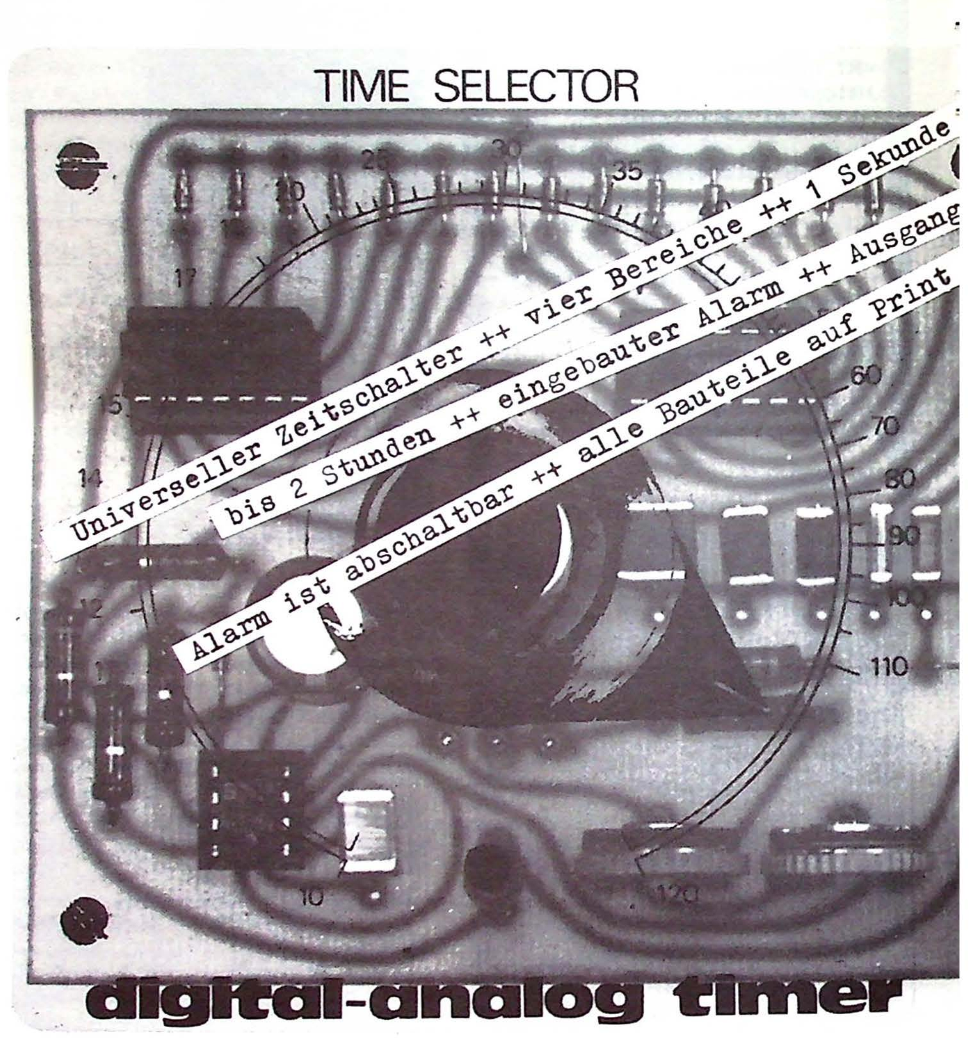
ANWENDUNGEN

Hierüber gibt es nicht viel zu sagen, denn die universelle Anwendbarkeit folgt aus der Beschreibung.

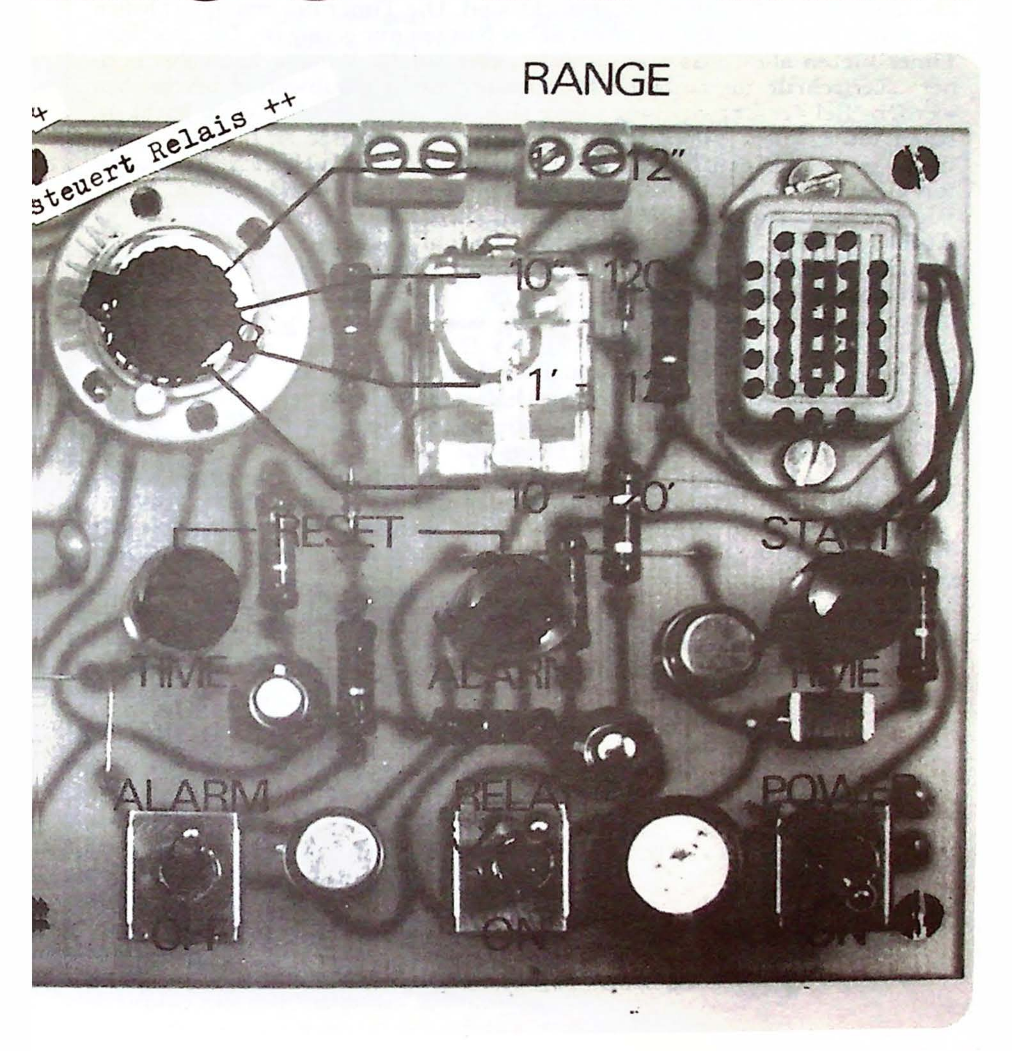
Auf jeden Fall müssen die Prints in ein gemeinsames Metallgehäuse eingebaut werden, das Gehäuse ist mit der Masse der Schaltung (–9 Volt) zu verbinden.



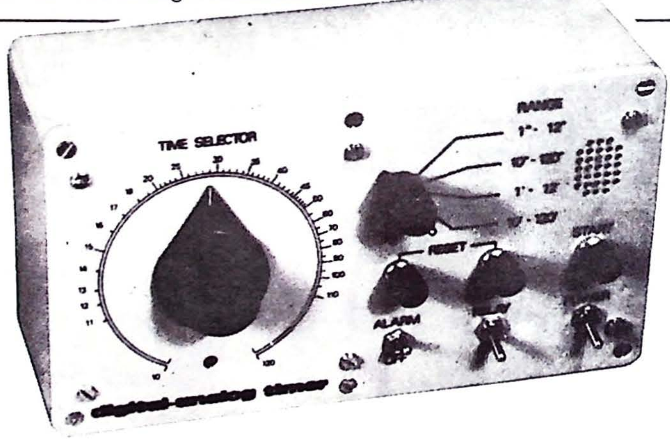
DIGITAL~ANA


TIME SELECTOR
Universeller Zeitschalter ++ vier Bereiche ++ 1 Sekunde
bis 2 Stunden ++ eingebauter Alarm ++ Ausgang
Alarm ist abschaltbar ++ alle Bauteile auf Print
digital-analog timer

ALOG-TIMER


steuert Relais ++
RANGE
12"
10"
1'
RESET
TIME
ALARM
TIME
ALARM
OFF
ON

Hier ist eine Schaltung, für die sich zahlreiche Leser interessieren, weil sie fast zur Standardausrüstung gehört: ein universeller Zeitgeber. „Timer", wie diese Geräte heute genannt werden, finden sich regelmäßig in der Fachliteratur; die Entwürfe variieren zwischen einfachsten Schaltungen mit dem Spezial-IC NE 555 und komplexen Schaltungen auf großen Prints, die massenhaft mit digitalen ICs bestückt sind. Die Timer der ersten Art haben meist den Nachteil, daß ihr praktischer Nutzen nur gering ist. Die „totalen" Timer bieten alles, was man braucht, eine solche Version kann aber in einer „Zeitschrift für einfache Elektronik" nicht glaubwürdig beschrieben werden. Bei der Entwicklung zeigte sich, daß es tatsächlich nicht leicht ist, einen universellen Timer ohne viel Aufwand zustande zu bringen. Trotzdem waren für den D.A.T. keine Kompromisse erforderlich: Er arbeitet mit einer Synthese aus analogen und digitalen Schaltungstechniken.
Die Vor- und Nachteile dieser Techniken: Analoge Timer sind einfach im Aufbau, sind aber nicht so genau wie digitale Ausführungen. Außerdem ist es nicht einfach, Zeitimpulse mit mehreren Minuten Dauer oder länger mit ausreichender Genauigkeit zu erzeugen. Digital-Timer dagegen sind sehr genau, auch bei den praktisch beliebig langen Zeiten, die sich bei entsprechendem Aufwand erzeugen lassen. Der D.A.T. vereinigt in sich die Vorzüge beider Systeme: den einfachen Aufbau in einem Analogteil, während die langen Zeiten in einem nachgeschalteten Digitalteiler erzeugt werden. Dieser digitale Teiler ist in einem „normalen" digitalen Timer der einfachste Schaltungsteil, er enthält nur einige ICs.
Der D.A.T. hat einen eingebauten akustischen Alarmgeber sowie ein Relais, mit dem z.B. ein Vergrößerungsgerät oder eine UV-Lampe für die Printherstellung geschaltet werden können. Diese wenigen Anwendungsbeispiele deuten bereits an, daß der D.A.T. im Heimlabor zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Ausrüstung werden kann.



Zunächst zur funktionellen und Bedienungs-Ausstattung des Digital-Analog Timers.
Die Timer-Zeit ist in vier Grobbereichen einstellbar: 1 s...12 s, 10 s...120 s, 1 min...12 min, 10 min...120 min. Die Bereiche überlappen sich etwas; wer Laborerfahrung hat, weiß diesen Vorteil zu schätzen. Die Feineinstellung innerhalb der Bereiche erfolgt mittels Drehpoti, dessen Zeigerknopf eine Skala „abfährt". Die Skala ist nichtlinear, und zwar ist sie bei niedrigen Werten stark gespreizt. Dies hat den Vorteil, daß bei allen Stellungen des Potis der eingestellte Wert und der Fehler, der bei der Einstellung auftritt, weitgehend in einem gleichbleibenden Verhältnis stehen. Bei Betrachtung der Skala wird dies klar.
Außer den beiden Bedienungselementen für die Zeiteinstellung gibt es auf der Frontplatte noch je drei Taster und Schalter.
Zwei Taster dienen zum Starten und zum Rücksetzen des Timers. Beim Betätigen des Starttasters beginnt die eingestellte Zeit zu laufen, eine LED zeigt an, daß der Timer in Aktion ist, und das eingebaute Relais schaltet. Betätigt man den Reset-Taster, so wird der Timerlauf vorzeitig abgebrochen, die LED verlöscht und das Relais fällt in seine Ruhelage zurück. Läuft der Timer bis zum Ende der eingestellten Zeit, so verlöscht die LED, das Relais fällt ab und der eingebaute Summer gibt ein aufdringliches Alarmsignal von sich. Mit dem dritten Taster, der ebenfalls mit „Reset" bezeichnet ist, bringt man den Summer zum Schweigen, der Alarm wird quittiert, wie die Fachleute sagen.
Die drei Schalterfunktionen: Der rechts angeordnete Kippschalter dient zum Ein- und Ausschalten des 'Gerätes. Mit dem linken Kippschalter kann der Summer auf Dauer außer Betrieb gesetzt werden. Benutzt man den Timer z.B. in der Dunkelkammer, dann ist es nicht angenehm, andauernd das penetrante Alarmsignal hören zu müssen. Als Hinweis auf den Timer-Schluß genügt bei der Foto-Entwicklung das Verlöschen der LED oder das Klacken des Relais'. Der mittlere Kippschalter schließlich stellt das Relais, un-abhängig vom Timer, in seine Arbeitsstellung. Dies ist z.B. bei Vergrößerungsarbeiten nützlich, wenn das Gerät scharf gestellt werden muß.

BLOCKBILD D.A.T.

Bild 1 zeigt links einen Impulsgenerator. Es ist kein monostabiler Multivibrator, wie man zunächst vermuten könnte, sondern ein astabiler, der ununterbrochen Rechteckimpulse erzeugt. Die Frequenz dieses Generators ist, wie bereits einleitend beschrieben, grob und fein einstellbar, in den Grenzen 16 384 Hertz (entsprechend 1 s Timerzeit) und 2,28 Hertz (entsprechend 120 min). Hier zeigt sich der Vorteil des hybriden Konzeptes analog/digital: Auch für sehr lange Timerzeiten kann die Frequenz des zeitbestimmenden Generators relativ hoch sein, damit ist die Verwendung „normaler" Widerstands- und Kapazitätswerte in der Schaltung des Oszillators möglich.
An den Ausgang des Oszillators schließt sich der D.-Teil des D.A.T. an. Er enthält zwei ICs, die aus je 7 Teilern 1:2 (FlipFlops) bestehen. Da die beiden ICs hintereinander geschaltet sind, wird die Oszillatorfrequenz in 14 aufeinander folgenden Stufen jedesmal durch 2 geteilt. Damit hat die Kette aus den 14 FlipFlops einen Gesamt-Teilerfaktor von

$$1 : 2^{14} = 1 : 16\,384$$

Tabelle I enthält eine Übersicht der Teilerverhältnisse, die an den Ausgängen der 14 Teilerstufen auftreten. Die letzte Zeile der Tabelle enthält die Aussage, daß es genau eine Sekunde dauert, bis die Teilerkette einen vollständigen Zyklus absolviert hat, wenn die Impulsfrequenz am Eingang der Kette 16 384 Hertz beträgt. Die Zyklusdauer hängt demnach von der Oszillatorfrequenz ab. Soll die Timerzeit z.B. 10 s betragen, so muß die Oszillatorfrequenz um den Faktor

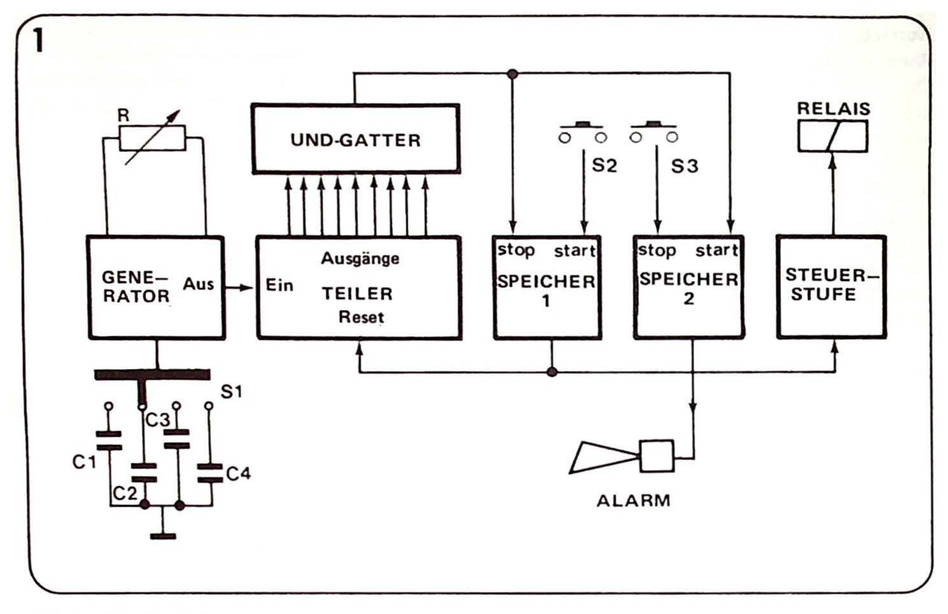


Bild 1. Die Funktionsgruppen im Digital-Analog-Timer. Ein Generator erzeugt kontinuierlich Rechteckimpulse. Die Impulsfrequenz ist einstellbar. Eine Teilerkette setzt die Frequenz herab und sorgt damit für längere Timer-Zeiten. Alarmsummer und Zeitrelais sind enthalten.

10 herabgesetzt werden. Ein Beispiel aus der Praxis des D.A.T.: Beträgt die Oszillatorfrequenz 2,28 Hertz, so verlängert sich die Timerzeit um den Faktor

$$16\,384 : 2{,}28 = 7\,200$$

entsteht die neue Zykluszeit von 7 200 s, entsprechend 120 min. Da der Timer für den Arbeitsbereich 1 s...120 min vorgesehen ist, muß die Oszillatorfrequenz zwischen den Grenzen 2,28 Hertz und 16 384 Hertz einstellbar sein.

Wenn der Timer eingeschaltet ist, aber noch nicht gestartet wurde, dann ist der Oszillator stetig in Betrieb, nicht jedoch die Teilerkette. Erst beim Start des Timers beginnt der Zyklus. Er wird am Ende nicht wiederholt, vielmehr wird die Teilerkette nach Ablauf

I

ANZAHL TEILERSTUFEN	IMPULSZAHL PRO ZYKLUS
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024
11	2048
12	4096
13	8192
14	16384

Tabelle I. Schaltet man Teiler 1:2 hintereinander, so steigt die Zykluszeit sehr stark an.

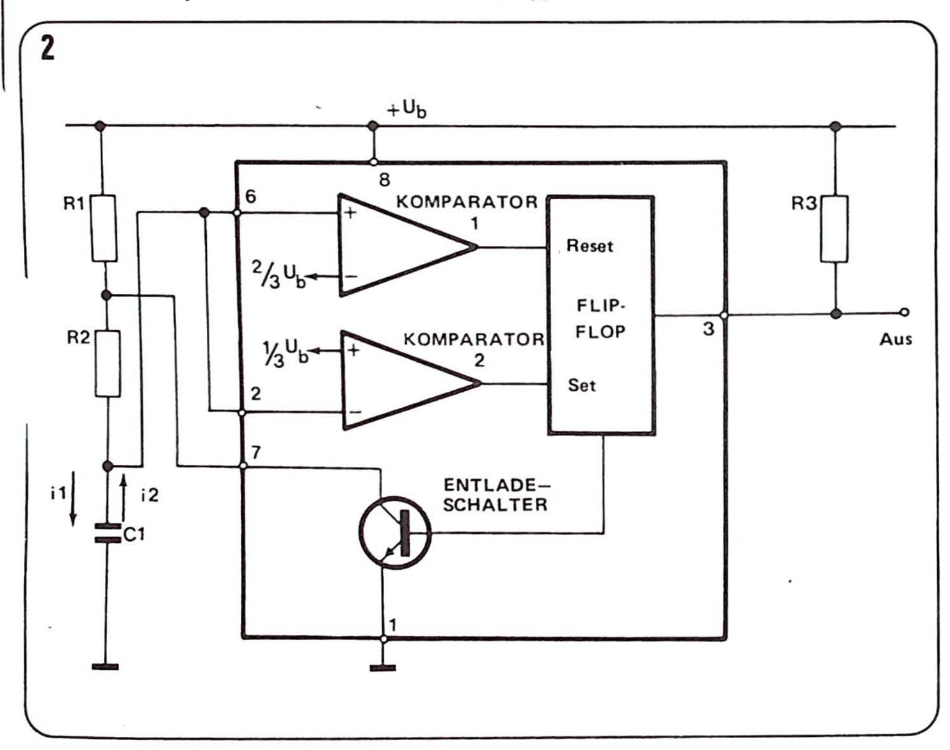
der Timerzeit desaktiviert. Dafür sorgt ein aus Einzeldioden aufgebautes, 14-faches UND-Gatter.
Zur Steuerung der Teilerkette in den aktiven und inaktiven Zustand dient ein erster Speicher. Sein Ausgang ist mit den Reseteingängen der beiden Teiler-ICs verbunden In der inaktiven Phase hat die Spannung am Ausgang des Speichers den Zustand log. H, dies ist die Resetbedingung für die Teiler, sie sind inaktiv. Wird Starttaster S2 gedrückt, so geht die Resetleitung nach L, der Zyklus beginnt. Am Ende des Vorgangs erzeugt das UND-Gatter, dessen 14 Eingänge an den Ausgängen der Teilerkette liegen, einen positiven Impuls, der über den Speicher 1 zum Stop der Teileraktivitäten führt, da die Resetleitung wieder H wird.
Vom Ausgang des UND-Gatters wird auch der Speicher 2 gesteuert. Am Ende des Zyklus' wird der Alarm gesetzt. Rücksetzen des Speichers 2 erfolgt mit Resettaster S3.
Der letzte Block in Bild 1 ist die Steuerstufe für das Relais. Die Spannung auf der Resetleitung der beiden Teiler – sie kann L oder H sein – ist eine eindeutige Information über den Zustand der Teilerkette. Bei H ist die Kette inaktiv, das Relais nimmt seinen Ruhezustand ein. Wird die Resetleitung L, so schaltet die Steuerstufe das Relais in die Arbeitslage.

DER GENERATOR

Es gibt zahlreiche Grundschaltungen für Rechteckgeneratoren. Im D.A.T. wird ein speziell für die Anwendung in Zeitgebern entwickeltes IC verwendet, das inzwischen sehr geläufige Timer-IC 555. Es hat einige bemerkenswerte Eigenschaften; so hängt die Frequenz des mit dem 555 aufgebauten Generators nur von den Werten zweier Bauelemente ab (Kondensator und Widerstand), sie wird jedoch nicht durch die Höhe der Speisespannung oder der Umgebungstemperatur beeinflußt. Kurz: Das IC erzeugt ein Signal mit sehr konstanter Frequenz, dies ist für einen Timer natürlich sehr wichtig.
Bild 2 zeigt das Funktionsprinzip des IC 555 das hier als astabiler Multivibrator (AMV) geschaltet ist, dies im Gegensatz zu seiner bevorzugten Anwendung als monostabiler MV. Im IC sind zwei Operationsverstärker enthalten, sie haben die Funktion von Komparatoren. Jeder Komparator erzeugt ein Ausgangssignal, wenn die Spannungen an seinem positiven (nichtinvertierenden) und negativen (invertierenden) Eingang gleiche Werte haben. Je ein Eingang der Komparatoren ist auf eine feste Spannung (Referenz) eingestellt. Beim oberen ist es der invertierende Eingang, die Referenzspannung beträgt hier 2/3 Ub (Speisespannung). Beim unteren Komparator ist es der positive Eingang, hier beträgt die Referenzspannung 1/3 Ub.
Die Ausgänge der Komparatoren steuern ein FlipFlop, das als Speicher, populär ausgedrückt: als Gedächtnis dient. Diese Funktionseinheit „merkt" sich, welcher der Komparatoren zuletzt ein Ausgangssignal abgegeben hat. Der Ausgang des Speichers steuert einen Transistor, der auch im IC enthalten ist und ebenfalls ein Ausgangssignal erzeugt.
Zur Wirkungsweise des Generators: Verbindet man einen Kondensator über einen Widerstand mit einer Spannung, so lädt sich der Kondensator langsam auf. Die Spannung über seinen Anschlüssen steigt im zeitlichen Verlauf von Null an bis zum Wert der Speisespannung.
Die R/C-Anordnung ist in Bild 2 ganz links eingezeichnet. Der Kondensator C1 liegt über die Reihenschaltung R1/R2 an den Klemmen der Spannungsquelle. Die Spannung über dem Kondensator wird an den freien Eingängen der beiden Komparatoren wirksam. Der Kollektor des im IC enthaltenen Transistors T1 liegt am Knotenpunkt der beiden Widerstände R1 und R2.
Bild 3 zeigt den Spannungsverlauf am Kondensator und am Ausgang der Schaltung. Nach dem Einschalten der Speisespannung

wird der Kondensator geladen, die Spannung Uc1 steigt, von Null beginnend, langsam an. Der Ladestrom ist in Bild 2 mit i1 bezeichnet. Nach einer bestimmten Zeit erreicht die Spannung am Kondensator den Wert 2/3 Ub. In diesem Augenblick reagiert der obere Komparator, da sein invertierender Eingang auf eine Referenzspannung in dieser Höhe eingestellt ist. Das Ausgangssignal von Komparator 1 bringt Leben in den Speicher: Das FlipFlop kippt und steuert den Transistor T1 in den Leitzustand. Es fließt nun der Strom i2 (Bild 2), denn der Kondensator entlädt sich über den Widerstand R2 und die Kollektor/Emitter-Strecke des nun leitenden Transistors T1. Beim Entladevorgang nimmt die Spannung über den Anschlüssen des Kondensators ab. Nach einer bestimmten Zeit erreicht sie den Wert 1/3 Ub. Jetzt reagiert Komparator 2, sein Ausgangssignal bewirkt den Reset des Speicherflipflops, das sich nun wieder zur Ruhe begibt. Damit entfällt die Basissteuerung des Transistors T1, er sperrt. Damit ist auch klar, warum er in Bild 2 als Entladeschalter bezeichnet ist: Sobald er leitet, beginnt die Entladung des Kondensators.
Sobald dieser Schalter geschlossen ist, kann sich der Kondensator nicht weiter entladen, es fließt wieder der Strom i1, der den Kondensator erneut auflädt. Der beschriebene Zyklus beginnt von neuem.

Bild 2. Das Prinzip eines astabilen Multivibrators, aufgebaut mit dem Timer-IC NE 555 AE.



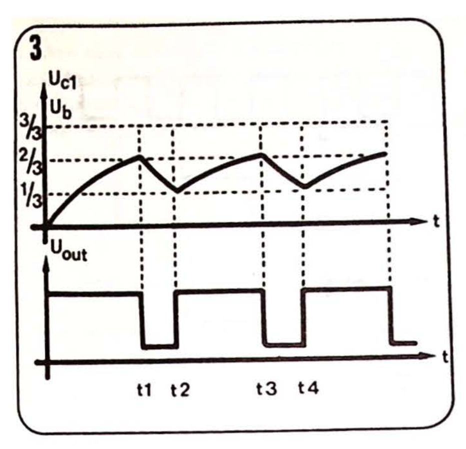


Bild 3. Zwei Spannungsbilder zum Generator.

Die regelmäßigen Vorgänge, kurz zusammengefaßt: Die Spannung am Kondensator nimmt im Wechsel zu und ab, zwischen den Grenzen 2/3 Ub und 1/3 Ub. Das FlipFlop kippt jedesmal dann, wenn die Kondensatorspannung einen ihrer Grenzwerte erreicht. Da die Ausgangsspannung des gesamten Generators eine Funktion des FlipFlop-Zustandes ist, schaltet die Ausgangsspannung mit der selben Frequenz wie das FF zwischen zwei bestimmten Spannungszuständen um, es sind dies Werte, die nahe dem Potential der Speisespannung bzw. nahe Masse liegen. Der beschriebene Generator erzeugt demnach eine Rechteckspannung, deren Frequenz davon abhängt, wie schnell die Kondensatorspannung zwischen ihren Grenzen 1/3 Ub und 2/3 Ub „wandert". Diese Geschwindigkeit wird von den Werten von C1 und R1 + R2 (Bild 2) bestimmt.

DIE TEILERKETTE

Bild 4 zeigt das Prinzip der Teilerkette, in Bild 2 einfach als „Teiler" bezeichnet. Die Kette besteht aus zwei ICs, jedes IC enthält

Bild 4. Die Teilerkette besteht aus 14 Teilerstufen 1:2, die in zwei MOS-ICs enthalten sind.

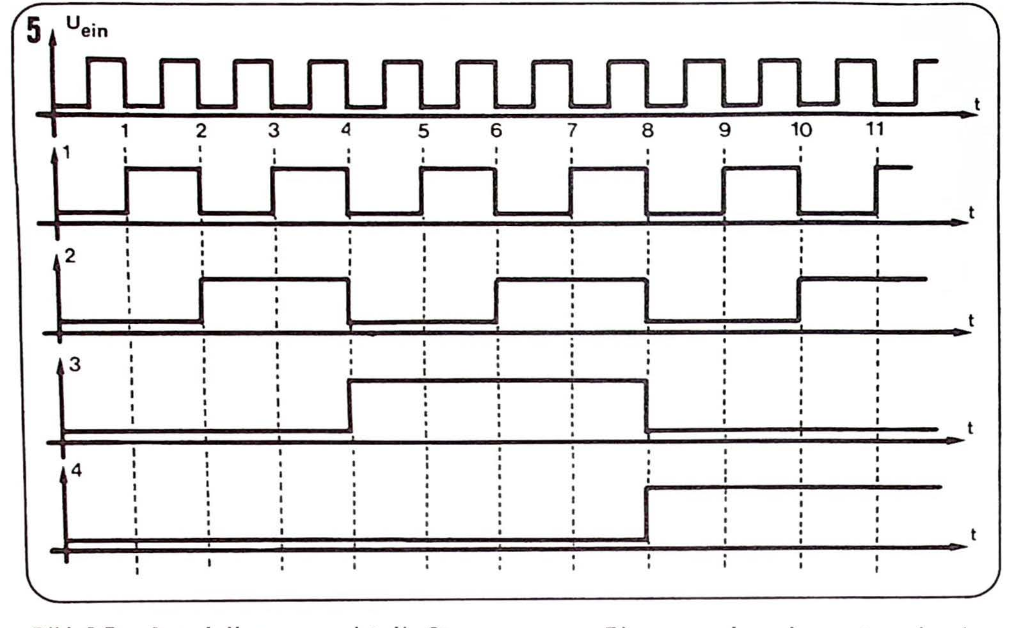


Bild 5.Das Impulsdiagramm zeigt die Spannungen am Eingang und an den ersten vier Ausgängen der Teilerkette. Die Teiler reagieren auf die negativen Flanken des Steuerimpulses

ben Teiler 1:2. Alle 14 Teilerstufen sind untereinander geschaltet, der Ausgang des ersten Teilers ist mit dem Eingang des zweiten verbunden usw.

In diesen beiden ICs reagieren die Eingänge der Teilerstufen auf die Rückflanke der steuernden Impulse, also dann, wenn die Spannung von H nach L geht. „Reagieren" heißt hier, der Ausgang einer Teilerstufe geht von seinem Ruhezustand L in den aktiven Zustand H. Die Grafik in Bild 5 zeigt die Vorgänge für die ersten 4 Teilerstufen der Kette. Dargestellt sind: Die Eingangsspannung Uein des ersten Teilers sowie die Ausgangssignale der ersten vier Stufen. Vor dem Zeitpunkt T1 sind die Ausgänge aller Teiler L. Zum Zeitpunkt t1 springt die Eingangsspannung (sie ist das Ausgangssignal des Rechteckgenerators) zum erstenmal von H nach L. Auf diese Impulsflanke reagiert der erste Teiler, seine Ausgangsspannung geht von L nach H. Obwohl der Ausgang des ersten Teilers mit dem Eingang des zweiten verbunden ist, reagiert die zweite Stufe nicht, weil dieser Teilertyp, wie bereits erwähnt, für Impulsflanken von L nach H unempfindlich ist.

Anders sieht es zum Zeitpunkt t2 aus. Die Eingangsspannung der Gesamtkette (obere Zeile des Impulsdiagramms in Bild 5) springt erneut von H nach L, der erste Teiler reagiert wieder, er geht jetzt von H nach L. Diesen Vorgang versteht der zweite Teiler, er reagiert, sein Ausgang geht nun von L nach H.

Da in jeder Vollperiode des Eingangssignals Uein nur eine Impulsflanke von H nach L vorkommt, der erste Teiler jedoch zwei solcher Steuerimpulse braucht, um eine volle Periode mit je einer H- und einer L-Phase zu absolvieren, entsteht ein vollständiger Impuls am Ausgang des Teilers erst, wenn das Eingangssignal zwei vollständige Impulse an den Eingang der ersten Stufe geliefert hat. Damit

funktioniert die Stufe tatsächlich als Teiler „durch zwei". Die Impulsfrequenz wird halbiert, man spricht deshalb auch von Frequenzteiler.
Das Verhalten der weiteren 13 Stufen entspricht dem Verhalten des ersten Teilers. Da jede Stufe ihr Steuersignal vom Ausgang der vorhergehenden bekommt, wird die Frequenz in jeder Stufe „halbiert". Die Gesamtkette mit ihren 14 Stufen teilt durch den Faktor 16 384!
Anläßlich der Besprechung des Blockbilds wurde die Notwendigkeit erwähnt, das Ende eines Zyklus' zu erkennen und den Vorgang zu stoppen. Das Ende ist dadurch gekennzeichnet, daß alle Teilerstufen gleichzeitig H-Signal an ihren Ausgängen führen. Die Teilerkette hat in dieser Situation genau 16 384 Impulse des Eingangssignals verarbeitet.
Bild 4 zeigt, daß alle 14 Teilerausgänge über je eine Diode an einem gemeinsamen Widerstand liegen. Nach ihrer Funktion wird eine solche Schaltung UND-Gatter genannt. Wie funktioniert das?
Die Dioden leiten, wenn die Spannung an der Kathode niedriger ist als die Spannung an der Anode. Wenn ein Ausgang L ist, dann leitet die an diesem Ausgang liegende Diode. Damit wird auch der gemeinsame Knotenpunkt der Dioden auf ein niedriges Potential gezogen, die Spannung liegt hier dann um ca. 0,7 Volt oberhalb Null und liegt damit noch eindeutig im für log. L zulässigen Bereich. Die Spannung am unteren Ende von R1 ist L, wenn mindestens 1 Ausgang der Teilerkette L ist; somit kann dieser Punkt nur H werden, wenn Ausgang 1 *und* Ausgang 2 *und* Ausgang 3 usw. *und* Ausgang 14 auf H liegen. Die UND-Bedingung einer logischen Schaltung mit mehreren Eingängen und einem Ausgang kennzeichnet ein sogenanntes UND-Gatter. Nach der bereits mehrfach genannten Anzahl von 16 384 Eingangsimpulsen ist die Bedingung: alle Ausgänge H erreicht.
Für die Funktion der Teilerkette ist es wichtig, daß die Teiler bei einem H-Signal am Reseteingang nicht aktiv sind, während sie bei Reset-L arbeiten. Am Ende des Zyklus' wird, wie sich später zeigt, die Resetleitung tatsächlich H, dabei erfolgt das Rücksetzen aller 14 Teilerstufen in den „Null"-Zustand: Alle Ausgänge L.

DER ERSTE SPEICHER

Die meisten Elektroniker, die sich bereits mit Digitaltechnik befaßt haben, denken bei Speicher unmittelbar an FlipFlop. Dabei vergißt man, daß auch ein Thyristor in vielen Fällen ein sehr geeignetes Speicherelement ist. Bekanntlich leitet die Strecke Anode/ Kathode eines Thyristors, wenn er über seinen dritten Anschluß, das Gate, gezündet wurde. Ist der Thyristor erst einmal gezündet, so kann man am Gate anstellen, was man will, der Thyristor bleibt im Leitzustand. Er „erinnert" sich an den Zündimpuls, der ihn in den Leitzustand versetzte. Zum Löschen muß man ihm die Anodenspannung wegnehmen, das kann z.B. durch Kurzschließen der Anoden/Kathoden-Strecke mit Hilfe eines kurz betätigten Tasters geschehen. Der Thyristor sperrt dann wieder bis zum nächsten positiven Steuerimpuls an seinem Gate.
Allerdings sind die meisten Thyristortypen für diese Anwendung als Speicherelement nicht geeignet, da sie sowohl zum Zünden



(Gatestrom) als auch zum „Halten“ des Leitzustandes (Haltestrom) viel zu hohe Stromstärken benötigen, wie sie in den anderen Teilen einer logischen Schaltung nicht vorkommen. Es gibt aber spezielle Kleinsignal-Thyristoren, die in manchen Schaltungen ein zu bevorzugendes Funktionsäquivalent

ICs H. Der Thyristor sperrt noch, so daß die Resetleitung über Widerstand R3 und die LED von der positiven Speisespannungsleitung H-Signal erhält. Die Reseteingänge der ICs ziehen jedoch keinen Strom, so daß die LED nicht leuchtet. Obwohl der Generator in Funktion ist und fortlaufend Rechteckim-

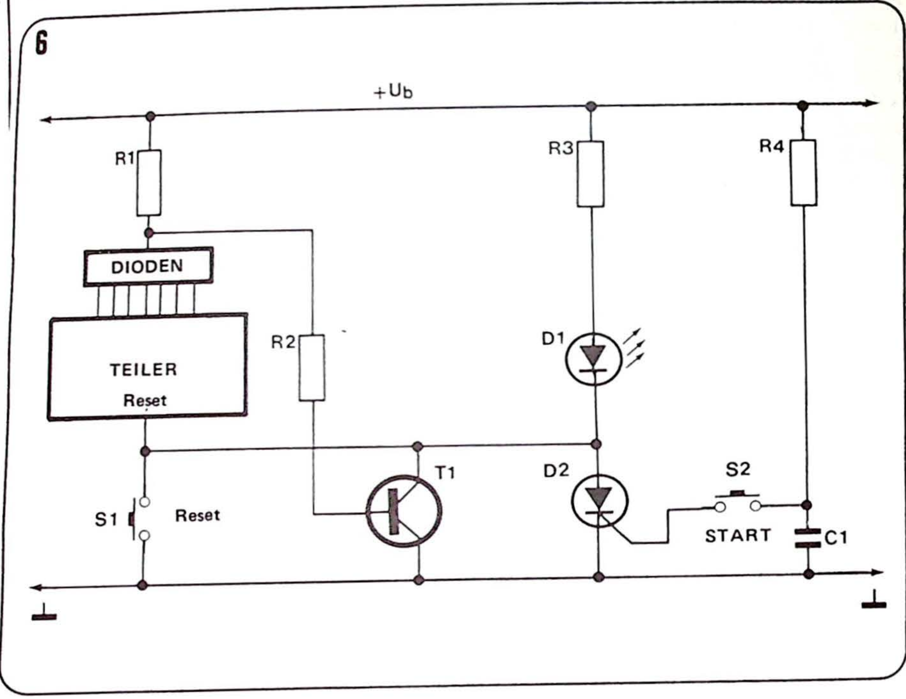


Bild 6. Der Start/Reset-Teil des Timers arbeitet zur Abwechslung nicht mit einem FlipFlop, sondern mit einem Thyristor (D2) als Speicherelement. D2 ist natürlich kein Leistungstyp.

des klassischen FlipFlops sind. Die beiden Speicher im D.A.T. sind mit solchen Bauelementen aufgebaut.

Der erste Speicher, der den Startvorgang des Timers steuert, ist in Bild 6 dargestellt. Thyristor D2 bildet das Speicherelement.

Beim Einschalten der Speisespannung ist die gemeinsame Resetleitung der beiden Teiler-

pulse erzeugt, tut sich in den Teilern nichts, weil die Resetleitung H ist.

Kondensator C1 (Bild 6) liegt über Widerstand R4 an der Speiseleitung, er lädt sich nach dem Einschalten auf die Spannung +Ub auf. Wird der Starttaster S2 betätigt, so entlädt sich der Kondensator, seine Ladung fließt als Zündstrom auf das Gate des Thyri-

stors D2. Der Stromstroß zündet den Thyristor, die nun leitende Anoden/Kathodenstrecke dieses Halbleiters verbindet die Resetleitung der Teiler mit Masse. Dies entspricht einem L-Signal auf der Resetleitung, die Teiler treten in Aktiou und zählen die Impulse aus dem Generator. Der Strom, der nun durch R3, D1 und D2 fließt, läßt die LED D1 aufleuchten, der Timer-Zyklus ist gestartet.

Nach dem 16 384. Impuls aus dem Generator werden alle 14 Ausgänge der Teiler H, am Knotenpunkt der 14 Dioden entsteht ebenfalls H-Signal. Das hohe Potential steuert den Transistor T1 in den Leitzustand; dabei werden Anode und Kathode des Thyristors kurzgeschlossen, und zwar über die nun leitende Strecke Kollektor/Emitter von T1. Sofort nach dem Kurzschluß des Thyristors sperrt dieser. Die Spannung auf der Resetleitung ändert sich zunächst nicht, sie bleibt L, weil der leitende T1 sie weiterhin auf Masse hält. Dies ändert sich erst, wenn die Teilerkette den nächsten Impuls verarbeitet. Sobald nämlich auch nur ein Ausgang der Teilerkette wieder L wird, geht auch der Knotenpunkt der 14 Dioden auf L. Damit entfällt die Steuerbedingung für Transistor T1, er sperrt und die Resetleitung wird H, und zwar wiederum, wie vor Beginn des Zyklus', über R3 und D1. Der Strom durch die LED fließt nicht mehr, die LED verlöscht. Damit ist alles wieder wie vor dem Start. Erst beim erneuten Betätigen von S2 tut sich wieder etwas in der Schaltung.

Der Resettaster S1 in Bild 6 kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Funktion des Transistors T1 übernehmen, hiermit kann also der Zyklus vorzeitig abgebrochen werden. Der Taster überbrückt kurzzeitig den Thyristor D2, so daß dieser sperrt. Beim Loslassen des Tasters sind alle Teilerausgänge bereits auf L, die LED verlöscht und die Resetleitung wird H, über R3 und D1.

Noch eine Bemerkung zur Steuerung des Thyristors. Im Prinzip kann man das Gate dieses Halbleiters unmittelbar mit einem Taster verbinden, dessen zweiter Kontakt über einen Widerstand an der Speisespannung liegt. Für kurze Timer-Zeiten hat diese Ausführung aber einen Nachteil; soll die Zeit z.B. 1 s betragen, und man betätigt den Taster länger als eine Sekunde, so verlängert sich die tatsächliche Timer-Zeit, weil weiterhin über den Widerstand und den noch geschlossenen Tasterkontakt Steuerstrom auf das Gate des Thyristors fließt. Der Thyristor verbleibt zu lange im gezündeten Zustand und hält die Resetleitung auf L, so daß der Timer weiter arbeitet.

Deshalb wurde der Wert von R4 in Bild 6 so hoch gewählt, daß der Strom von +Ub über R4, den Taster und die Steuerstrecke des Thyristors nach Masse niedriger ist als der minimal erforderliche Zündstrom. Gezündet werden kann D2 nur durch den viel höhere Strom, der beim Entladen des Kondensatc C1 entsteht. Bereits kurz nach Betätigen d Tasters ist der Kondensator entladen, d Thyristor hat gezündet; man kann nun beliebig lange den Taster S2 drücken: Am Ende der Timer-Zeit wird der Thyristor gelöscht.

DER ZWEITE SPEICHER

Der zweite Speicher bedient den Summer. Als Schallquelle dient ein sogenannter „Mini-Buzzer“, ein Summer, der ein Tonfrequenzsignal von einigen hundert Hertz erzeugt. Der Alarmton ertönt automatisch am Ende der Timer-Zeit. Bild 7 zeigt die Schaltung.

Der Summer liegt in der Anodenleitung eines Thyristors, wie er im vorigen Abschnitt beschrieben wurde. Der Widerstand R2 hat keine fundamentelle Bedeutung; die Stromaufnahme des Summers ist sehr gering, der Betrag liegt unter dem sogenannten Haltestrom des Thyristors. Nach dem Zünden dieses Halbleiters (das Signal kommt vom UND-Gatter) hält der über die Anoden/Kathoden-Strecke fließende Strom den Thyristor im Leitzustand. Der zum Summer parallel ge-

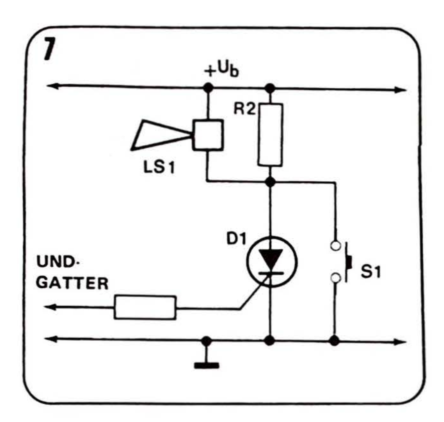


Bild 7. Der zweite Speicher, der den Alarm steuert. Ein Thyristor „spielt“ FlipFlop.

schaltete Widerstand sorgt dafür, daß dieser Haltestrom einen ausreichend hohen Wert hat.

Das Signal zum Zünden von D1 kommt vom Ausgang des UND-Gatters, es ist das H-Signal, das am Ende des Timer-Zyklus' kurzzeitig auftritt. Der Thyristor bleibt im Leitzustand und läßt den Summer ertönen, bis man mit dem Taster S1 den Thyristor vorübergehend kurzschließt. Dabei wird der Haltestrom kurz unterbrochen; der Alarm stoppt und D1 sperrt auf Dauer.

DIE RELAISSTEUERUNG

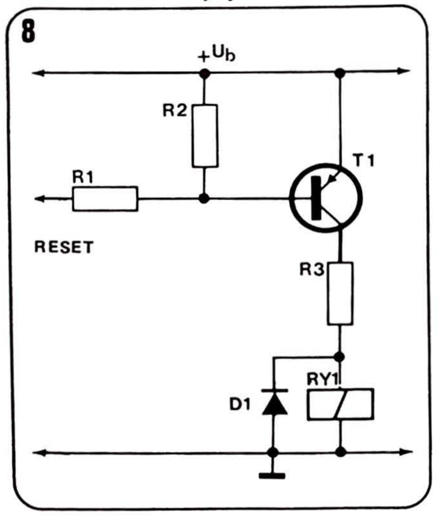
Das vom Timer zu bedienende Gerät, z.B. ein Vergrößerungsgerät, wird über ein im Timer enthaltenes Relais ein- und ausgeschaltet. Bild 8 zeigt den Steuerkreis für das Relais.

Im Ruhezustand ist das Signal auf der Reset-Leitung der beiden ICs H. Widerstand R1 stellt die Verbindung zwischen der Resetleitung und dem Steuertransistor T1 her. Dieser ist ein PNP-Typ, er leitet also, wenn seine Basis eine gegen den Emitter negative Spannung erhält. In der dargestellten Situation (Bild 8) ist das jedoch nicht der Fall; die Basis liegt über R2 an der positiven Speisespannung +Ub, damit sieht die Basis ein H-Signal. Beim Start des Timers wird die Resetleitung L, am Knotenpunkt von R1, R2, Basis T1 stellt sich eine Spannung zwischen L (Null Volt) und +Ub ein. Es entsteht also zwischen Basis und Emitter eine Differenzspannung, die einen Steuerstrom in die Basis treibt, so daß T1 leitet. Der Relaisstrom fließt nun über die Emitter/Kollektor-Strecke T1, R3 und die Spule von Ry1, so daß das Relais schaltet.

An Widerstand R3 erzeugt der Relaistrom eine Spannung, die „verloren“ geht. Diese Maßnahme ist jedoch erforderlich, weil die Speisespannung mit ihren 9 Volt doch etwas zu hoch ist für das Relais.

Die Diode bildet für negative Spannungsspitzen einen Kurzschluß. Diese Spannungen entstehen beim Abschalten des Relais über den Spulenanschlüssen und können den Halbleitern in der Schaltung (T1) gefährlich werden.

Bild 8. Die Steuerstufe für das Timer-Relais.



Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R2	= 1 k-Ohm
R3	= 33 k-Ohm
R4	= 1 M-Ohm
R5	= 4,7 M-Ohm, Trimmer steh.
R6	= 1 M-Ohm, log. Poti, mono
R7	= 22 k-Ohm, Trimmer stehend
R8	= 220 Ohm
R9, R16	= 10 k-Ohm
R10, R11	= 4,7 k-Ohm
R12, R13	= 470 Ohm
R14	= 150 k-Ohm
R15	= 22 k-Ohm
R17	= 39 k-Ohm

KONDENSATOREN

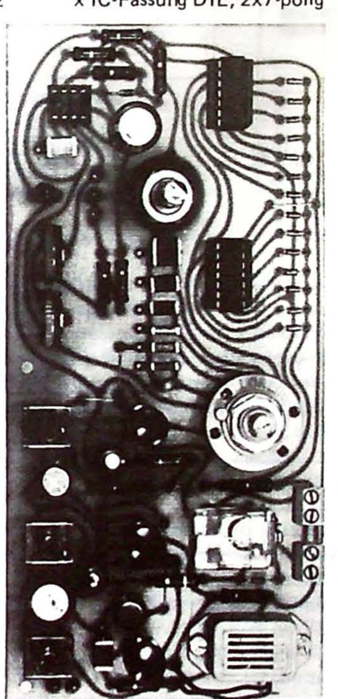
C1, C11	= 470 µF, 16-25 V
C2, C10	= 470 nF, z.B. Siemens MKM
C3	= 100 pF, ker. Scheibe
C4	= 1,5 nF, MKM
C5	= 15 nF, MKM
C6	= 22 nF, MKM
C7	= 68 nF, MKM
C8	= 220 nF, MKM
C9	= 680 nF, MKM

HALBLEITER

D1	= Z-Diode 9V1, 400 mW
D2...D15, D20	= 1N4148 oder 1N914
D16	= Z-Diode 3V3, 400 mW
D17, D19	= Thyr. BRX 46
D18	= LED 5 mm, rot
T1	= BC 107
T2	= BC 177
IC1	= 555-Timer, Mini-DIL
IC2, IC3	= CD 4024 AE

SONSTIGES

S1	= Drehschalter Lorlin, 3 Sektoren, 4 Stellungen
S2, S4	= Miniaturtaster, 1 x EIN
S5	= Miniaturtaster, 1 x EIN
S3, S6, S7	= Miniatur-Kippschalter, 1 x EIN
Ry1	= HOSIDEN-Relais TRMO-100
LS1	= Monacor-Summer, Typ DM-03
2	x Print-Kabelklemme, 2-polig
18	x Lötstifte RTM
2	x Steckschuhe RF
2	x Bedienungsknöpfe 6 mm-Achse
6	x Abstandsröhrchen 20 mm
6	x Schrauben M3 x 30
2	x Schrauben M3 x 10
14	x Muttern M3
1	x IC-Fassung DIL, 2x4-polig
2	x IC-Fassung DIL, 2x7-polig



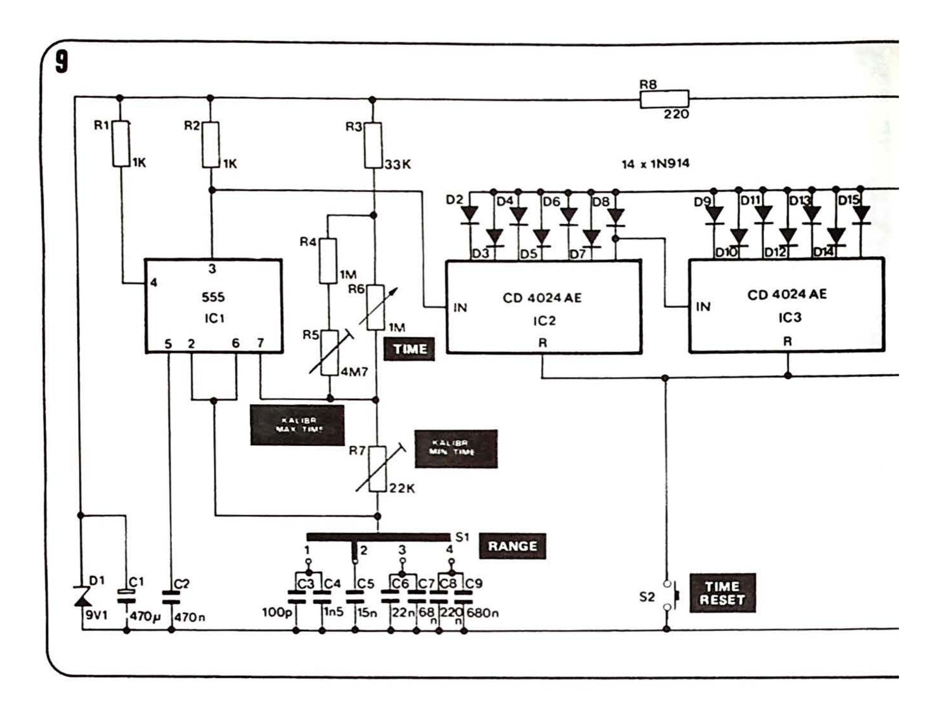


Bild 9. Das Gesamtschaltbild des Digital-Analog-Timers entsteht, wenn man die Prinzipschaltungen der einzelnen Funktionsgruppen zusammenfügt. Die Beschaltung des ICs 555, das hier als astabiler Multivibrator verwendet wird, ist um einige Bauteile erweitert, damit die Skalenbereiche stimmen und geeicht werden können. Der Timer hat folgende Ausgänge: ein Relais, das einen angeschlossenen Verbraucher unmittelbar schaltet, einen Alarmsummer, der das Ende der Timer-Zeit akustisch ankündigt und eine LED zur Anzeige des aktiven Timers.

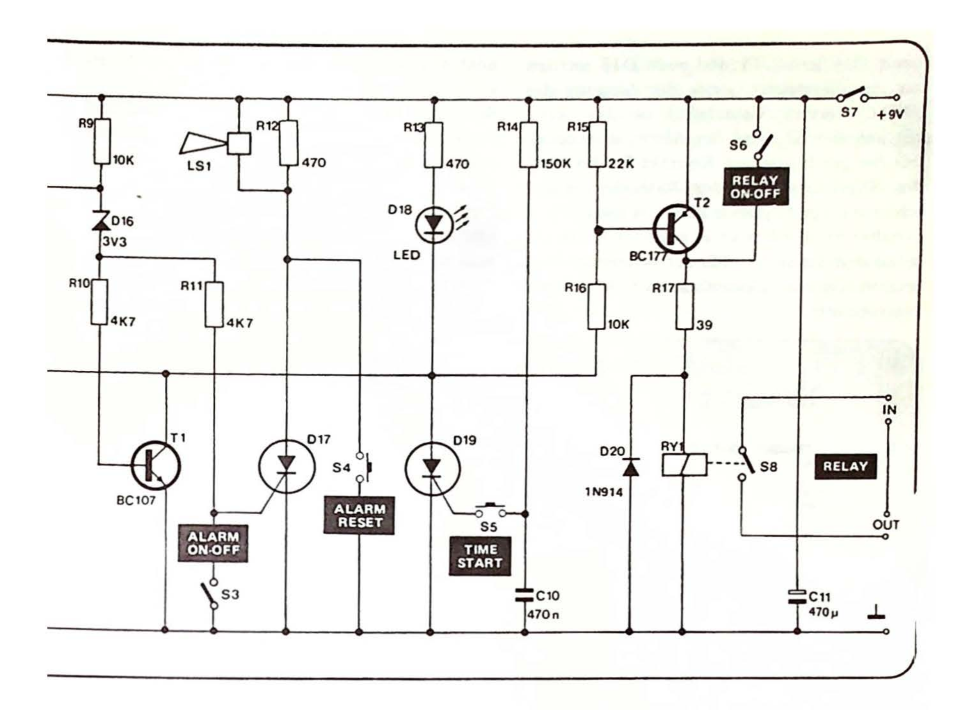
GESAMTSCHALTBILD

In Bild 9 sind die bisher besprochenen Teilschaltungen zusammengefaßt.

Die Schaltung um das Timer-IC 555 ist hier etwas umfangreicher als in der Prinzipdarstellung Bild 2. So fehlen in Bild 2 die Anschlüsse 4 und 5 völlig.

Anschluß 4 ist der Reseteingang des ICs. Liegt dieser Anschluß auf Masse, dann stoppt der Oszillator. Die Auslegung des D.A.T. macht den Restanschluß des ICs überflüssig, er liegt über einen Widerstand auf definiertem, positivem Potential. Anschluß 5 ist ein Steuereingang des ICs, der hier ebenfalls nicht benötigt wird: Mit einer variablen Gleichspannung läßt sich über Anschluß 5 die Frequenz des Generators einstellen.

In der hier gewählten Beschaltung des 555 bestimmen die Bauelemente C3 bis C9 und R3 bis R7 die Generatorfrequenz.



Die Kondensatoren bilden zusammen mit dem Schalter S1 die Grobeinstellung der generatorfrequenz. Die in einigen Fällen erfolgte Parallelschaltung zweier Kondensatoren ist erforderlich, weil bestimmte Kapazitätswerte aufgrund der gewählten Timer-Grobbereiche unumgänglich sind. Beim Umschalten z.B. vom Bereich 10...120 s zum Bereich 1...12 min muß der Kapazitätswert genau den sechsfachen Wert annehmen. Aus den 15 nF im Bereich 2 muß für den nächsten Bereich der Wert 90 nF werden. Diesen Wert gibt es nicht fertig, er kann aber durch Parallelschaltung zusammengestellt werden.
Widerstand R6, ein Potentiometer, bestimmt innerhalb der Bereiche die genaue Frequenz. Er tut das aber nicht alleine, sondern zusammen mit R3, R4 und den Trimmern R5 und R7. Diese vier zusätzlichen Widerstände sorgen dafür, daß der Einstellbereich des Potis R6 mit der Skala auf der Frontplatte übereinstimmt. Nach der Fertigstellung des Gerätes werden die Trimmer abgeglichen, das Verfahren wird später beschrieben.
Zur Einstellung der richtigen Speisespannung für den Generatorteil des Timers dient der Widerstand R8 zusammen mit der Zenerdiode D1; Elko C1 siebt diese Spannung.
Über die anderen Funktionseinheiten gibt es nach der bereits erfolgten Beschreibung nicht mehr viel zu sagen. Die Zenerdiode D16 erwies sich als erforderlich, weil die Spannung am Ausgang des UND-Gatters nicht ganz nach Null geht. Ohne die Zenerdiode würde die Restspannung des UND-Gatters den Transistor auch dann steuern, wenn er gerade sperren soll. Mit Zenerdiode muß die Gatterspannung mindestens 3,3 V sein,

damit D16 leitet. T1 und auch D17 werden nur dann gesteuert, wenn der Ausgang des UND-Gatters mit Sicherheit H ist.
Mit Schalter S3 wird der Alarm ausgeschaltet: Bei geschlossenem Kontakt ist das Gate des Thyristors D17 zur Kathode kurzgeschlossen, der Thyristor kann nie zünden.
Schalter S6 überbrückt in geschlossenem Zustand den Transistor T2, das Relais ist dann unabhängig vom Geschehen im Timer immer eingeschaltet.

nächstes montiert werden. Es folgen Widerstände, Kondensatoren und Halbleiter. Bei den Elkos auf richtige Polarität achten! Speziellen Bauelementen sollte man spezielle Aufmerksamkeit zuteil werden lassen. Der Bereichsumschalter kann unmittelbar in den Print gelötet werden, wenn man ein Exemplar mit Lötspießen hat. Die preiswerten japanischen Typen werden auf die bereits mehrfach beschriebene Weise behandelt: Kurze Drahtstücke kommen an die Lötösen

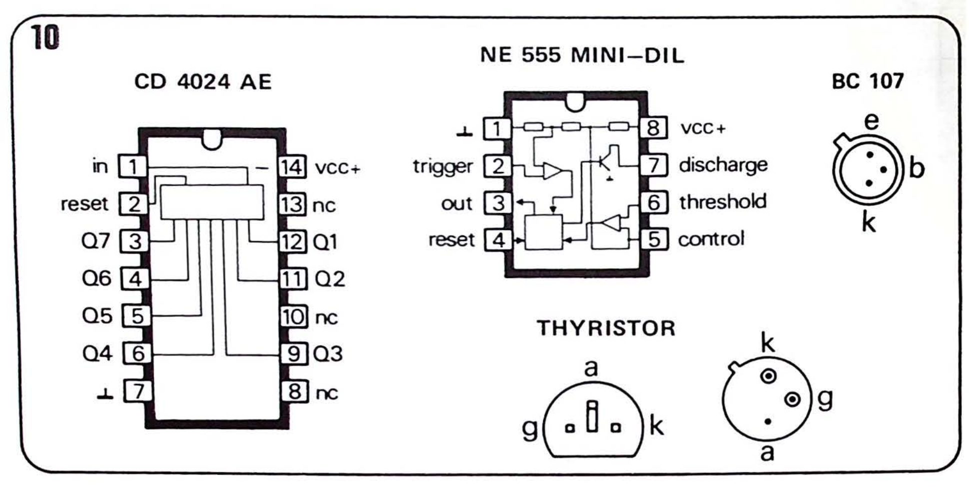


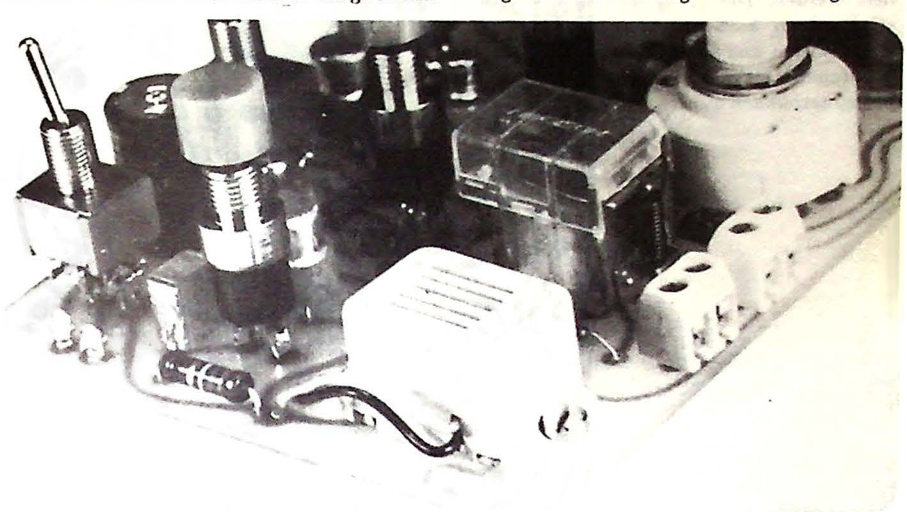
Bild 10. Die Anschlußbelegungen der im D.A.T. verwendeten Halbleiter und ICs.

BAUHINWEISE

Die Bilder 11 und 12 zeigen das Printlayout und den Bestückungsplan.
Beim Bestücken fängt man mit den vier Drahtbrücken an. Anschließend kommen die 18 Lötstifte paarweise an folgende Printstellen: D18 (die LED), S2, S3, S4, S5, S6, S7 und die Anschlußpunkte für die Speisespannung. Über zwei mit je einem Steckschuh versehene Kabel wird später die Verbindung zur Speisespannungsquelle hergestellt. IC2 und IC3 kommen auf IC-Fassungen, die als

und werden durch die Printbohrungen gesteckt. Das Relais mit dem merkwürdigen Namen „Hosiden“ ist spottbillig und inzwischen weitverbreitet. Der Summer kommt auch aus Japan und heißt (Monacor) DM-03. Er wird unter Benutzung der dafür vorgesehenen Bohrungen auf den Print geschraubt. Der rote Anschlußdraht kommt an das mit „+“ bezeichnete Lötauge des Prints.
Für die Ein- und Ausgänge des Relais (damit ist der Schaltkontakt im Relais gemeint) wurden auf dem Print des Labor-Prototyps zwei doppelpolige Print-Kabelklemmen vor-

gesehen. Sie haben ein Befestigungsraster von 5 mm.
Die LED D18 schwebt in etwa 20 mm Höhe über dem Print, damit sie später ausreichend weit durch die entsprechende Bohrung der Frontplatte ragt.
Die beiden Trimmer müssen nach der Montage ihr weiteres Leben im Stehen zubringen; liegende Ausführungen können hier nicht verwendet werden.
Zu den Schaltern und Tastern einige Bemerkungen: Der Gesamtaufbau sieht vor, daß später bei der Endmontage Print und Frontplatte in bestimmtem Abstand miteinander verschraubt werden. Dann müssen natürlich alle Schalter- und Tasterachsen sauber in die Bohrungen passen. Deshalb ist es wichtig, daß die „elektromechanischen" Bauteile gut ausgerichtet werden, außerdem ist es nützlich, durchweg dieselben Ausführungen zu nehmen. Das Foto auf dieser Seite zeigt die beim Prototyp eingebauten Typen. Die doppelpolige Ausführung der Kippschalter ist selbstverständlich nicht erforderlich, sie zeigt jedoch, daß die Standardisierung von Bauelementen im P.E.-Labor recht weit gediehen ist. Um die richtige Höhe über dem Print zu erreichen, können die Lötstifte vor dem Verlöten gekürzt und/oder die Lötösen der Schalter und Taster seitlich weggebogen werden.
Der Thyristror BRX 46 ist von Valvo, jedoch können auch alle Äquivalenttypen verwendet werden.
Die Potentiometerachse (R6) wird von der Kupferseite durchgesteckt. Die drei Lötösen biegt man in Richtung auf die Lötaugen des Prints um und lötet sie an. Wenn für R6 ein Exemplar des Fabrikats Piher verwendet wird, kann dies der Genauigkeit der Zeitskala auf der Frontplatte nur zugute kommen.



DIE LETZTEN HANDGRIFFE ...

Nach Abschluß der Printbestückung können Print und Frontplatte mechanisch verbunden werden. Das von einigen Versandadressen lieferbare Kunststoffgehäuse hat eine bedruckte und gebohrte Frontplatte. Für den Zusammenbau sind 6 Abstandsröhrchen, 6 Schrauben M3 x 30 mm sowie 12 Muttern M3 erforderlich. Zunächst werden die sechs

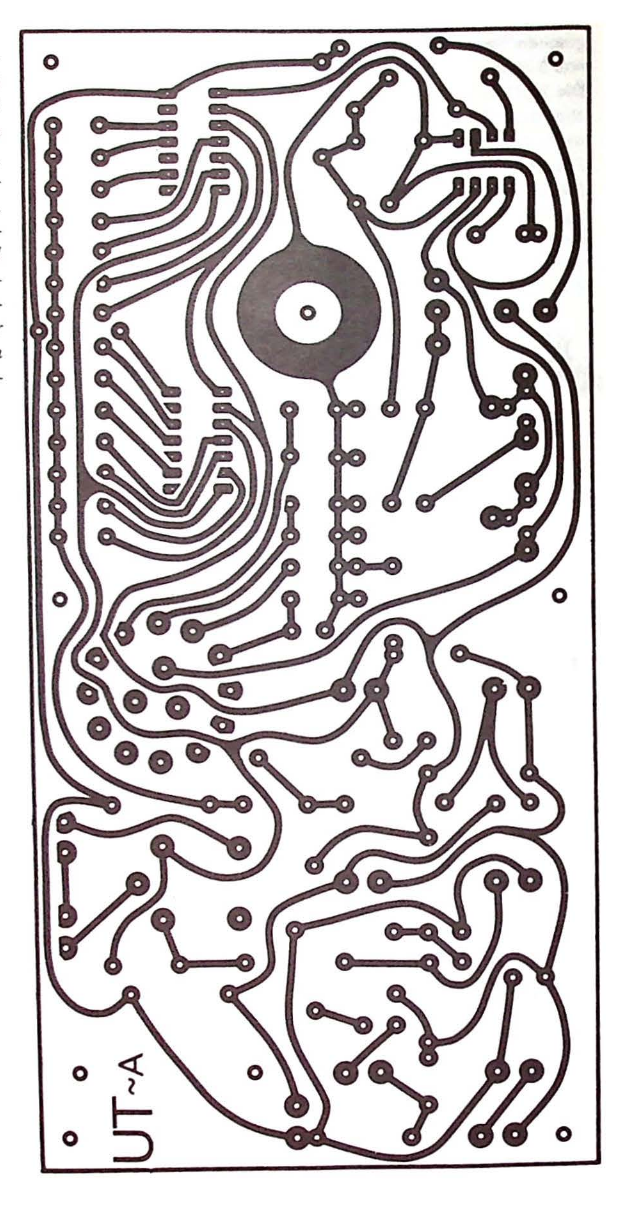


Bild 11. Der Print für den Digital-Analog-Timer ist recht groß ausgefallen, jedoch nicht wegen einer zu vermutenden Komplexität der Schaltung, sondern aufgrund der Tatsache, daß alle Bauelemente, also auch die „elektromechanischen", wie Schalter und Taster, auf den Print montiert werden. Der fertig bestückte Print kann mit einer vorgebohrten und bedruckten Frontplatte (Kunststoffgehäuse) verbunden werden.

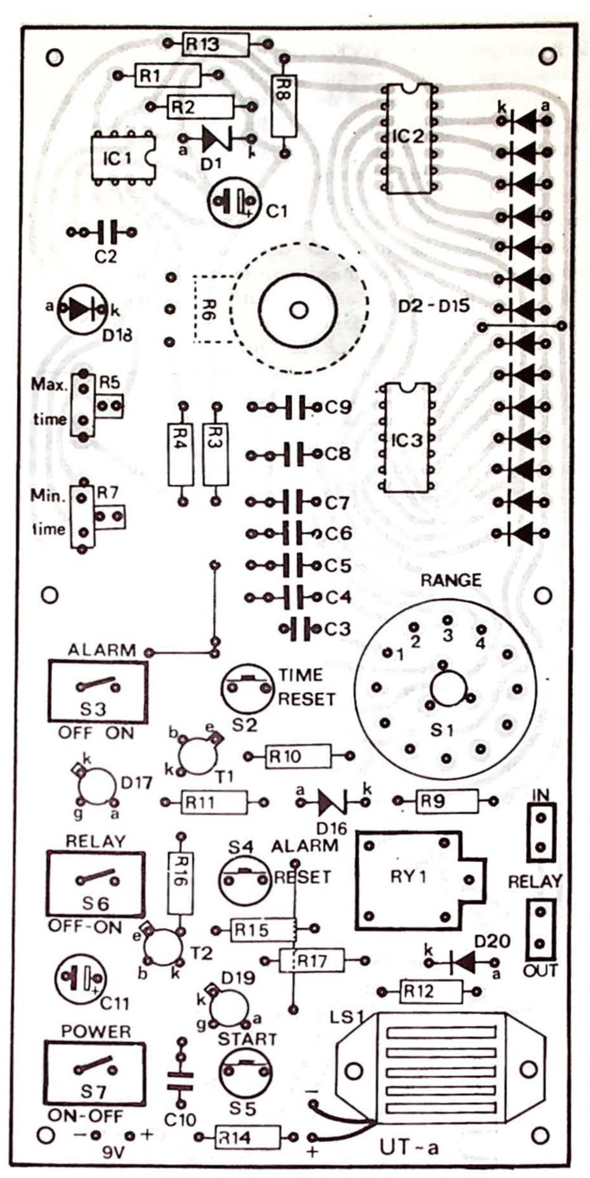


Bild 12. Der Bestückungsplan für den D.A.T. Es sind vier Drahtbrücken erforderlich, die man zuerst einlöten sollte, damit sie auf keinen Fall vergessen werden und man sich später nicht wundert, daß die Schaltung es nicht tut. Die ICs, insbesondere IC2 und IC3, sollte man auf IC-Fassungen setzen, sie können viel Ärger vermeiden helfen. Beim Alarmsummer LS1 ist zu beachten, daß der rote Anschlußdraht an das mit „+" bezeichnete Lötauge kommt.

Schrauben von vorne durch die Bohrungen der Frontplatte gesteckt, dann schiebt man je ein Röhrchen auf und befestigt alles mit je einer Mutter. Anschließend legt man den Print auf die Muttern und befestigt ihn mit sechs weiteren Muttern.

Sind die Schalter und Taster auf der Vorderseite der Frontplatte verschraubt, dann können die Tasterknöpfe aufgedrückt werden. Für das Poti R6 und für den Bereichsschalter sind passende Knöpfe im Handel, jedoch kann etwas Suchen erforderlich sein, bis man passende Ausführungen gefunden hat.

Abhängig vom geplanten Einsatz des Timers ist die Anzahl der auf der Gehäuserückseite erforderlichen Bohrungen. Eine Bohrung muß auf jeden Fall für die Stromversorgung vorgesehen werden. Der Timer hat keine eigene Stromversorgung. Es gibt im Handel fertige Stecker-Netzteile; sie liefern mehrere Gleichspannungen, z.B. 6 Volt, 7,5 Volt und 9 Volt, bei einem Strom von maximal 300 Milli-Ampere. Die Spannung ist nicht stabilisiert, deshalb ist in der Schaltung des Timers für den Generator eine getrennte Stabilisierung vorgesehen. Für alle anderen Funktionsgruppen ist keine Stabilisierung erforderlich. Hat man die Wahl zwischen verschiedenen solcher Stecker-Netzteile, so ist zu beachten, daß die Speisespannung für den Timer 9 Volt beträgt und ein Strom von ca. 250 Milli-Ampere benötigt wird. Beim Anschließen auf richtige Polarität achten! Selbstverständlich kann jedes andere Netzteil zur Speisung des Timers dienen, wenn es 9 Volt abgibt oder darauf eingestellt werden kann.

Will man mit dem Timer einen anderen Verbraucher unmittelbar ein- und ausschalten, so sind in der Rückwand des Gehäuses zwei weitere Bohrungen erforderlich. Der Relaiskontakt ist zwar nur einpolig, da jedoch als Ein- und Ausgang zwei Anschlüsse (Print-Kabelklemmen) vorgesehen sind, von denen der eine auf dem Print durchgeschleift ist, kann man das vom Netz kommende Kabel an die eine, das Kabel zum Verbraucher an die andere zweipolige Klemme anschließen. Hat das Kabel des Verbrauchers eine Schutzerde-Leitung, so muß diese im Gehäuse vom Ein- zum Ausgang durchverbunden, d.h. mit der zum Netzstecker führenden Schutzerdeleitung verlötet oder per einpoliger Lüsterklemme verbunden werden. Man kann auch auf die Rückseite des Gehäuses eine Schuko-Aufputzdose montieren, in die dann der Stecker des Verbrauchers kommt. Verbunden wird diese Dose dann mit den Printanschlüssen „Relay-Out".

SKALENABGLEICH

Die Front des Gehäuses hat zwar eine Skala mit genauen Markierungen für die Timerzeiten, jedoch haben die im Hobbybereich der Elektronik normalerweise verwendeten Bauelemente so große Toleranzen, daß diese Skala geeicht werden muß.

Das zu wählende Eichverfahren hängt davon ab, ob ein digitales Frequenzmeßgerät zur Verfügung steht oder nicht. Die Eichung ist jedoch unabhängig vom Verfahren im Timer-Bereich 10 s bis 2 min vorzunehmen.

Mit einem Frequenzmesser geht die Eichung so: Die Meßeingänge werden mit dem Anschluß 3 des Timer-ICs 555 und mit Masse verbunden. Nach ca. 5 min Aufwärmzeit (der gesamten Elektronik) geht's los; es müssen bei den in der Tabelle II aufgelisteten Zeiteinstellungen die daneben stehenden Frequenzen gemessen werden. Man stellt also den „Time Selector" auf 10 und stellt die Frequenz mit Trimmer R7 auf 1 638 Hertz ein. Anschließend stellt man den Zeiger-Drehknopf auf 120 und gleicht mit R5 auf 137 Hertz ab. Da sich beide Einstellungen wechselseitig beeinflussen, muß die Eichung mehrfach wiederholt werden, bis keine Korrekturen mehr erforderlich sind.

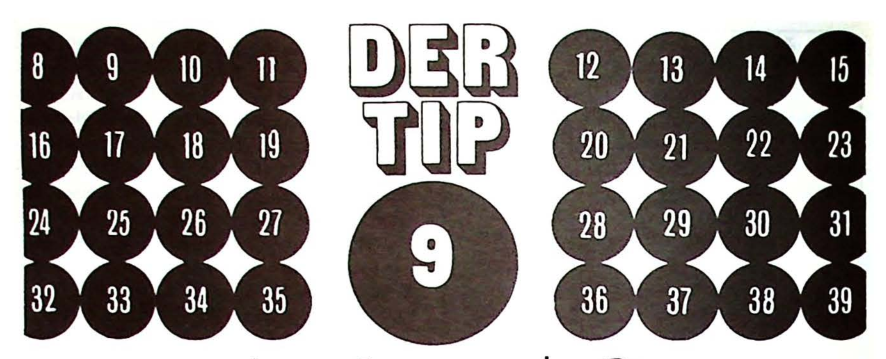
Anhand der übrigen Werte in der Tabelle kann man kontrollieren, ob alles stimmt. Abweichungen sind zu erwarten: Das ist der

II ZEIT [SEKUNDEN]	FREQUENZ [HERTZ]
10	1638
11	1489
12	1365
13	1260
14	1170
15	1092
16	1024
17	964
18	910
19	863
20	819
22	745
24	683
26	630
28	585
30	546
32	512
34	482
36	455
38	432
40	410
42	390
44	373
46	357
48	342
50	328
55	298
60	273
65	252
70	234
75	219
80	205
85	193
90	182
95	173
100	164
105	156
110	149
120	137

Tabelle II. Im Bereich 10 s...120 s des Umschalters für die vier Frequenzbereiche gehören zu den verschiedenen Zeiteinstellungen des Potis (linke Spalte der Tabelle) die rechts aufgeführten Frequenzen. Diese Werte werden – falls vorhanden – mit einem digitalen Frequenzmeßgerät eingestellt, dazu dienen die Trimmer R5 und R7 für die Eichung bei den beiden äußeren Skalenmarken 10 s und 120 s. Die Messung der Frequenz kann am Ausgang des Timer-ICs 555, Pin 3 geschehen. Geringfügige Abweichungen im Skalenverlauf sind wegen des analogen Zeitgeberteils im D.A.T. unvermeidbar.

Nachteil der analogen Ausführung des Generatorteils.

Wer nicht über ein digitales Frequenzmeßgerät verfügt, muß mit einer Uhr vergleichen. Poti R6 (Skalenpoti) auf 10 stellen (wiederum im Bereich 10 s bis 2 min), Timer starten, Zykluszeit messen, R7 verdrehen, erneut starten, Zeit messen usw., bis beide Skalenmarken – 10 s und 120 s – stimmen. Eine qualvolle Methode, aber das ist die Konsequenz des gewählten Hobbys. Übrigens hat es mit dem Hobby-Bereich nichts zu tun, wenn eine Eichung mit zwei oder mehr Abgleichelementen erfolgt, die sich wechselseitig beeinflussen; das gehört auch in der Industrieelektronik zum täglichen Brot.



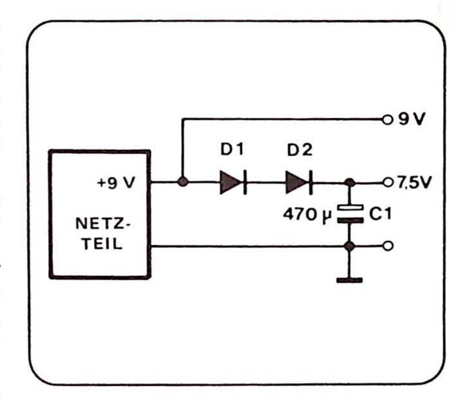
Aus 1 mach 2

Wie kann man einen Kassettenrekorder mit einer Speisespannung von 7,5 Volt und ein Portable-Radio, das eine Spannung von 9 V benötigt, aus einem Netzgerät gemeinsam speisen? Vorhanden ist ein gekauftes Netzteil, das auf 9 V, 7,5 V und 6 V schaltbar ist.

Vor diesem Problem stand ein Leser; wir gaben ihm folgenden Tip:

Das Netzgerät wird auf 9 V eingestellt, der Ausgang geht unmittelbar zum Radio. Vom Ausgang führt eine zweite Verbindung über zwei Siliziumdioden zum Rekorder. An jeder Diode entsteht ein Spannungsabfall von ca. 0,7 V, so daß für den Rekorder ein Wert von 9 V – 1,4 V = 7,6 V übrig bleibt. Ein Elko C1 sorgt für zusätzliche Siebung.

Die Sache funktioniert nur, wenn das Netzteil in der Lage ist, den Strom für beide Geräte gleichzeitig zu liefern und wenn bei beiden Geräten der Minuspol der Speisespannung an Masse liegt. Letzteres läßt sich, wenn das Netzgerät nicht angeschlossen ist, mit einem Ohmmeter prüfen. Die Dioden müssen etwas „kräftiger" sein, es eignen sich Typen wie 1 N 4004 oder BY 126.

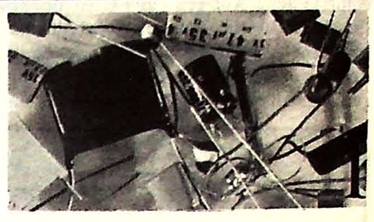


BERICHTIGUNG

Den O.P.A. in Heft 4/78 hat es gleich zweimal erwischt. Der Eingangsanschluß Punkt 4 in Bild 6, Seite 37 ist der invertierende Eingang des O.P.A., hier muß selbstverständlich „–IN" stehen. In der Stückliste muß es richtig heißen:
T1 = BC 107, T2 = BC 177.

So funktioniert das!

KONDENSATOREN



Nach den Widerständen sind die Kondensatoren die meistbenötigten passiven Bauelemente in der Elektronik. Obwohl es im Prinzip möglich ist, Schaltungen ohne Kondensatoren aufzubauen (der Durchbruch der linearen integrierten Schaltungen belegt das), führt die sinnvolle Anwendung der Kondensatoren zu erheblichen Vereinfachungen. Diese Artikelserie über Kondensatoren soll mi' den unterschiedlichen und den übereinstimmenden Eigenschaften der wichti sten Kondensatortechnologien bekannt machen, insbesondere aber auch auf d typischen Anwendungen ausführlich eingehen. Ohne ein wenig Theorie u Mathematik geht es nicht, sie bleiben aber auf das Allernotwendigste beschränk

Der grundsätzliche Aufbau aller Kondensatoren: zwei sich gegenüber stehende Flächen aus elektrisch leitendem Material, getrennt durch elektrisch nichtleitendes Material. Die beiden leitenden Flächen sind die Kondensator-„Platten", die Zwischenschicht heißt „Dielektrikum". Das Schaltungssymbol des Kondensators stimmt mit dem Prinzip überein: zwei Balkenflächen, die in deutlichem Abstand zueinander stehen.

Die älteste Bauform des Kondensators ist die Leidener Flasche. Das war ein gläserner Topf, innen mit Metallblättchen gefüllt, außen mit einer Verkleidung aus Metallfolie. Diese Flasche, mit zwei Anschlüssen versehen, besitzt alles das, was einen Kondensator ausmacht.

Die frühen „echten" Kondensatoren bestanden aus zwei Lagen Alu-Folie mit isolierenden Zwischenschichten aus Papier; das ganze war zu einer „elektronischen Roulade" aufgerollt.

Im Laufe der Zeit wurden Technologie und Herstellungsverfahren für Kondensatoren immer mehr perfektioniert. Der Papierkondensator hat so gut wie ausgedient.

Dem Prinzip des Kondensators entsprechen eine Menge Dinge in unserer täglichen Umgebung. So bilden z.B. zwei Suppentöpfe, die nebeneinander auf einem Tisch stehen, einen Kondensator. Jeder gut oder weniger gut elektrisch leitende Gegenstand bildet mit allen anderen in seiner Umgebung Kondensatoren. Daraus lassen sich zahlreiche Naturerscheinungen erklären, aber diese Physikstundeninhalte sollen ihren angestammten Platz behalten; zurück zu unserem Kondensator.

EIN KONDENSATOR AN GLEICHSPANNUNG

Aus dem, was einleitend über den Kondensator gesagt wurde, geht hervor, daß in einem solchen elektronischen Bauelement kein Gleichstrom fließen kann. Legt man die Prüfspitzen eines auf Ohm-Messung geschalteten

Vielfachinstrumentes an die Drähte eines Kondensators, dann bleibt der Zeiger auf „Unendlich" stehen. Oder – war da nicht ein kurzer Zeigerausschlag? Die Beobachtung stimmt; beim Anlegen einer Gleichspannung (im Bereich Ohm-Messung wird die im Instrument eingebaute Batterie wirksam) tut sich etwas beim Kondensator. Bild 2 soll zeigen, was im einzelnen vor sich geht.

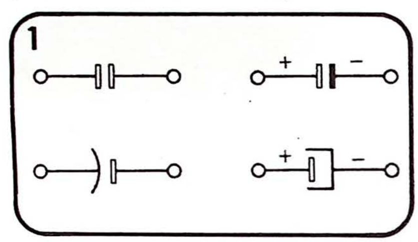


Bild 1. Einige der üblichen Schaltungssymbole von Kondensatoren. Die beiden oberen werden in P.E. und von unseren Kollegen benutzt, die anderen findet man in anglo-amerikanischer Literatur.

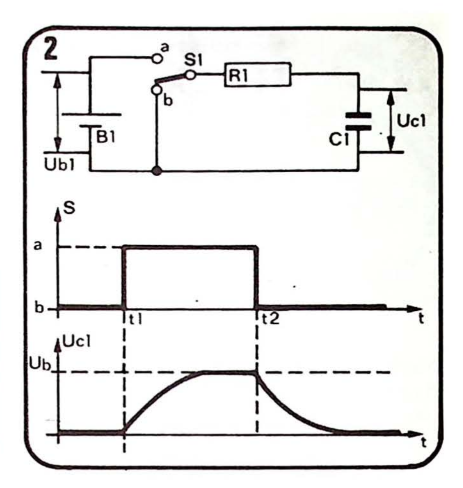


Bild 2. Laden und Entladen eines Kondensators, am Beispiel einer einfachen Batterie-Schaltung. Schalter S1 verbindet die Reihen-Schaltung R1/C1 mit der Batterie (a), in Stellung (b) ist C1 über R1 kurzgeschlossen.

Das Bild zeigt eine Reihenschaltung aus einer Batterie B1, einem Umschalter S1, einem Widerstand R1 und einem Kondensator C1. Der Umschalter verbindet in der einen Stellung die Reihenschaltung R1/C1 mit der Batterie, in der anderen schließt er R1/C1 kurz.

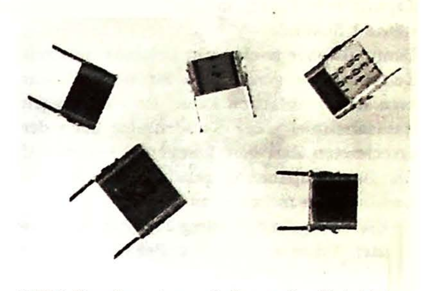
In Schalterstellung b ist der Kondensator über R1 kurzgeschlossen, an seinen Anschlüssen ist selbstverständlich keine Spannung meßbar.

In dem oberen Teil der Grafik in Bild 1 ist dieser Fall dargestellt: die waagerechte Linie bei b, die mit der Zeitachse zusammenfällt.

Bringt man den Schalter in die andere Stellung (Zeitpunkt t1), dann liegt die Reihenschaltung R1/C1 an der Batterie. Mißt man die Spannung am Kondensator stetig und trägt die gemessenen Werte in eine Grafik ein, so zeigt sich ein Anstieg der Spannung , von Null an bis zum Potential der Speisespannung. Wie schnell dieser Anstieg verläuft, hängt von der Kapazität (der „Größe") des Kondensators und von dem Widerstandswert von R1 ab. Diese Erscheinung wird als Aufladen oder einfach Laden des Kondensators bezeichnet. Wie läßt sich die Erscheinung erklären?

Eine Batterie hat einen negativen Pol, hier herrscht ein Überschuß an Elektronen. Am anderen, positiven Pol herrscht Elektronenmangel. Wird der Stromkreis geschlossen, so fließen die Elektronen vom Pol mit Überschuß zum anderen Pol. Die Batterie liefert ständig Elektronen nach, sie hält den Überschuß aufrecht. Da der Kondensator einen Gleichstrom nicht leitet, kommen die Elektronen nur bis zum Kondensator, wo sie sich „versammeln". Dabei stören sie das elektrischen Gleichgewicht des Kondensators. Die zweite Platte schickt Elektronen

zum positiven Batteriepol, weil die freien Elektronen in den Atomen des Plattenmaterials durch die in der anderen Platte angesammelten Elektronen abgestoßen werden (gleichnamige Ladungen stoßen einander ab). Somit fließt in beiden Anschlüssen des Kondensators ein elektrischer Strom. Zwischen dem negativen Batteriepol und der einen Kondensatorplatte fließen Elektronen in der einen Richtung (zum Kondensator hin), zwischen dem positiven Pol und der zweiten Platte fließt ein Elektronenstrom in anderer Richtung (zum positiven Pol hin). Beide Ströme haben denselben Betrag.
Die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen durch die Kette aus Bauelementen fließen, hängt vom Widerstandswert ab; wie der Name sagt, setzt ein solches Bauelement dem Strom Widerstand entgegen.
Nach einer gewissen Zeit hat sich die Kette stabilisiert. Dieser Zustand ist dann eingetreten, wenn soviel Elektronen von der Batterie zum Kondensator geflossen sind, daß die Spannung über den Platten des Kondensators der Batteriespannung gleich geworden ist. Von diesem Zeitpunkt an fließt kein Strom mehr, die Situation bleibt unverändert.
Was beim Anschluß eines Ohm-Meters an den Kondensator passierte, ist nun auch deutlich: Aus der Batterie des Meßgerätes wurde der Kondensator aufgeladen, es floß kurzzeitig ein Strom, bis der Kondensator auf die Batteriespannung geladen war. Klemmt man die Batterie von einem geladenen Kondensator ab, so passiert nichts: Er hält die Spannung.
Bringt man in Bild 2 den Schalter in Stellung b, so werden die beiden Kondensatorplatten über den Widerstand miteinander verbunden. Es entsteht wieder Unruhe in der Menge (der Elektronen); die eine Platte hat zuviel, die andere hat zuwenig Elektronen. Über den Widerstand und den geschlossenen Schalter kann sich ein neues Gleichgewicht einstellen. Die überschüssigen Elektronen auf der negativen Platte fließen zur zweiten Platte ab. Es entsteht ein Strom, dessen Betrag wiederum vom Widerstandswert abhängt. Sobald dieser Strom fließt, nimmt die Spannung über den Anschlüssen des Kondensators ab. Im anschließenden, neuen Gleichgewichtszustand sind alle Atome des Plattenmaterials elektrisch neutral, die Spannung ist Null geworden. Diesen Vorgang nennt man Entladen des Kondensators.



MKM-Kondensatoren haben erfreulich klei Abmessungen und werden in P.E. benutz weil sie praktisch überall zu haben sind. Kapazitätsbereich von1 nF bis ca. 1 000 nF.

DIE ZEITKONSTANTE EINES RC – GLIEDES

Im vorigen Abschnitt hieß es, daß der Widerstandswert den Betrag des Lade- und des Entladestromes bestimmt. Man kann sich aber leicht vorstellen, daß auch die Kapazität des Kondensators, die von der Plattengröße, dem Plattenabstand und anderen Dingen abhängt, im zeitlichen Ablauf des Ladens und Entladens eine Rolle spielt. Denn je größer die Kapazität des Kondensators ist, um so mehr „Lagerplatz“ für Elektronen ist vorhanden und um so länger dauert es beim Laden, bis der Kondensator auf Batteriespannung ist. Mit anderen Worten: Je größer Kapazität und Widerstandswert sind, um so länger dauern Laden und Entladen.
Dieser Zusammenhang zwischen Ladezeit, Widerstandswert und Kapazität wird mit

dem Begriff „Zeitkonstante" zusammengefaßt. Sie ist das Produkt aus dem Widerstand (in Ohm) und der Kapazität (in Farad), sie wird in Sekunden ausgedrückt:

$$T = R \times C$$

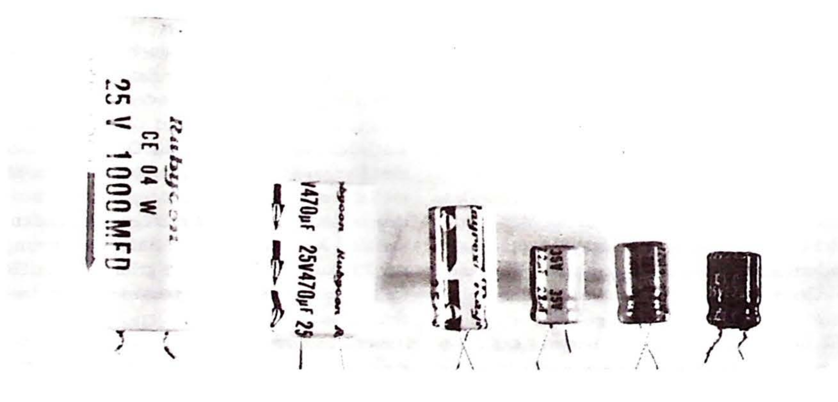
Ein Beispiel: Hat der Widerstand in Bild 2 den Wert 1 Ohm und der Kondensator die Kapazität 1 Farad, so beträgt die Zeitkonstante 1 Sekunde.

Damit ist aber noch nicht bekannt, was mit Zeitkonstante genau gemeint ist und was man damit anfangen kann. Ist - im obigen Zahlenbeispiel - der Kondensator nach der errechneten Zeit von 1 Sekunde bereits auf die Batteriespannung geladen oder ist von Ladung noch nicht viel zu merken?

In Bild 3 ist die Spannung über der Zeitkonstanten-Achse aufgetragen. Bei t = T ist der Kondensator auf 63,2 % der Batteriespannung geladen, oder, anders ausgedrückt, auf 0,632 x Ub. Beim Entladen dauert es T Sekunden, bis die Spannung auf 36,8 % der ursprünglichen Ladespannung gefallen ist. Die Lade- und Entladekurven aus Bild 2 sind in Bild 3 und 4 etwas genauer dargestellt. Es zeigt sich, daß die Spannung nicht linear steigt oder fällt. Zu Anfang des eines oder anderen Vorgangs ist die Änderungsgeschwindigkeit der Spannung höher, die Kurve ist hier steiler. Dies ist eine Tatsache, mit der man bei der Entwicklung von Schaltungen rechnen muß; meist ist diese Erscheinung unerwünscht.

Das Wichtigste aus der vorstehenden, doch etwas grauen Theorie, das man sich für die Praxis merken sollte: Legt man eine Gleichspannung an einen Kondensator, so fließt kurzzeitig ein Strom. Außerdem: Es dauert einige Zeit, bis sich der Kondensator auf die Spannung, an die er angeschlossen ist, aufgeladen hat. Diese zweite Erscheinung spielt praktisch in allen Schaltungen eine Rolle, in denen es um Zeit oder Zeiten geht. So ist es fast immer ein RC-Glied, das die Zeitdauer eines Impulses bestimmt, der von einem elektronischen Generator erzeugt wird.

Kondensatoren mit Kapazitäten über ca. 1 Mikro-Farad werden meist in Elektrolyt-Technologie ausgeführt. Die im Bild gezeigten Typen gehören zu den gängigen „Elko's", sie werden in P.E.-Schaltungen regelmäßig verwendet. Die Abmessungen von Elkos hängen nicht nur von der Kapazität, sondern auch von der maximal zulässigen Arbeitsspannung ab.



MASSEINHEITEN VON KONDENSATOREN

Bei der Besprechung der Zeitkonstanten tauchte der Begriff „Farad“ auf. Das ist die Einheit, in der die Kapazität des Kondensators gemessen wird, so wie das Meter die Maßeinheit der Länge ist oder das Grad Celsius die Maßeinheit der Temperatur.

Zwar hat das Farad eine Definition: Ein Kondensator hat die Kapazität 1 Farad, wenn eine Ladung von 1 Coulomb eine

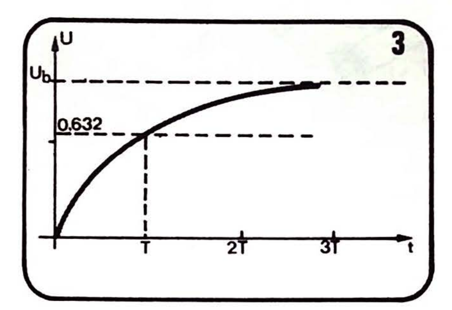


Bild 3. Die Ladekurve eines Kondensators, hier etwas deutlicher dargestellt als in Bild 2. Zu Anfang steigt die Spannung über den Anschlüssen des Kondensators sehr steil an, danach wird der Anstieg immer flacher. Mit mathematischen Mittels läßt sich übrigens zeigen, daß theoretisch der Kondensator überhaupt nie auf die Batteriespannung geladen wird, weil der Ladevorgang unendlich lange dauert.

Spannung von 1 Volt erzeugt – aber mit dieser Definition kann der Praktiker auch nichts anfangen. Außerdem ist die Einheit Farad für die Praxis viel zu groß, ein Kondensator mit dieser Kapazität müßte per Lastwagen transportiert werden.

Deshalb rechnet man mit kleineren Maßeinheiten:

– Dem Mikro-Farad (µF), entsprechend 1/1 000 000 Farad; – dem Nano-Farad

– dem Nano-Farad (nF), entsprechend 1/1 000 000 000 Farad;

– dem Pico-Farad, entsprechend 1/1 000 000 000 000 Farad.

Das sind Zahlen, von den man schwindelig werden könnte, aber in der Praxis treten keine Probleme auf, wenn man sich folgende Umrechnungsvorschriften merkt:

1 µF = 1000 nF
1 nF = 1000 pF
1 µF = 1000000 pF
1 nF = 0,001 µF
1 pF = 0,001 nF

Die in der täglichen Elektronikpraxis benötigten Werte liegen zwischen ca. 10 pF und einigen 1 000 µF.

Wer alte Kondensatoren sammelt, kann Exemplare finden, auf denen für die Kapazi-

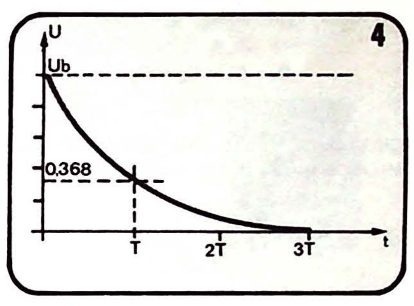


Bild 4. Die Entladekurve eines Kondensators. Die Zeitkonstante (siehe Text) ist mit „T“ auf der Zeitachse gekennzeichnet. Bis der Zeitpunkt T erreicht ist, hat der Kondensator den größten Teil seiner Ladung verloren. Sie beträgt nur noch 0,368 x Ub. Lade- und Entladekurve verlaufen spiegelbildlich zueinander, wenn der Kondensator über denselben Widerstand ge- und entladen wird.

tät ein cm-Wert aufgestempelt ist. Die Umrechnungsvorschrift für diese Oldtimer lautet:

$$1 \text{ cm} = 1{,}1 \text{ pF}$$

KONDENSATOR – SCHALTUNGEN

Ebenso wie Widerstände können auch Kondensatoren in Reihe und parallel geschaltet werden. Auch für die Berechnung der resultierenden Kapazitätswerte kann man die Wistandsformeln benutzen, man muß sie nur gegeneinander vertauschen. Wenn man nämlich Kondensatoren parallel schaltet, so erhöht sich der Gesamtwert, er ist höher als der höchste in der Parallelschaltung vorkommende Wert. In der Serienschaltung ist die resultierende Kapazität niedriger als der kleinste Einzelwert in der Kette.
Für eine Parallelschaltung von drei Kondensatoren nach Bild 5a lautet die Formel:

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

Mit anderen Worten: Die Einzelwerte werden einfach addiert. Ein Zahlenbeispiel:

$$C_1 = 1000 \text{ pF}$$
$$C_2 = 2200 \text{ pF}$$
$$C_3 = 3300 \text{ pF}$$

Diese drei Werte haben eine Gesamtkapazität von

$$C_t = 1000 \text{ pF} + 2200 \text{ pF} + 3300 \text{ pF}$$

$$C_t = 6500 \text{ pF}$$

Für eine Reihenschaltung von Widerständen, wie sie Bild 5 b zeigt, gilt die Formel:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

Meist schaltet man in der Praxis nur Kondensatoren mit gleichen Kapazitätswerten hintereinander. Der Grund dafür folgt aus einem



Für Kapazitätswerte unter 1 nF werden im allgemeinen keramische Scheibenkondensatoren verwendet. Es gibt sie von 1 pF bis zu einigen -zig nF, im oberen Bereich haben sie jedoch störend große Abmessungen, so daß sich hier die MKMs durchgesetzt haben.

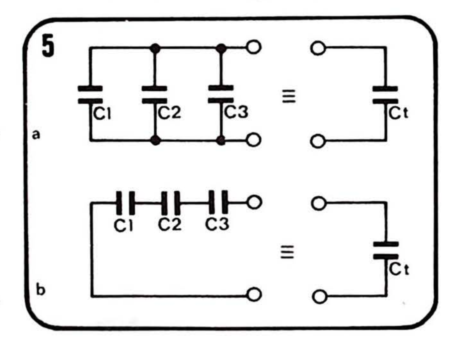


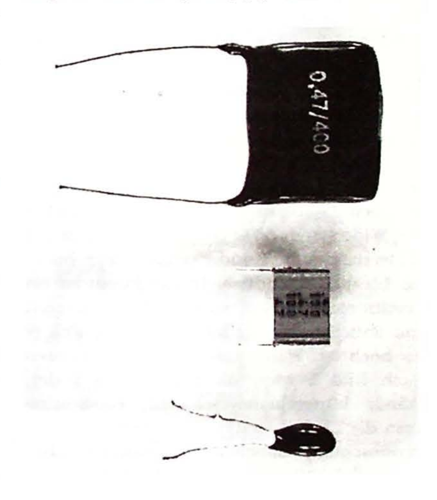
Bild 5. Kondensatoren kann man wie Widerstände in Reihe oder parallel schalten, wenn man Werte braucht, die es nicht „fertig“ gibt. Zu beachten ist, daß die für Serien- und Parallel-Schaltung geltenden Formeln gegenüber der Widerstandsberechnung zu vertauschen sind.

der nächsten Abschnitte. Die Formel wird dann natürlich sehr einfach: Der Wert eines einzelnen Exemplares wird durch die Anzahl der in Reihe geschalteten Exemplare geteilt. Schaltet man z.B. drei Kondendensatoren mit je 3 300 pF in Reihe, so beträgt die Gesamtkapazität 1 100 pF.

DIE KENNDATEN DES KONDENSATORS

Kenndaten - das sind die elektrischen, schaltungstechnisch wichtigen Eigenschaften der Bauelemente; diese Eigenschaften werden dem Bauelement von der Fabrik aus mit auf seinen Weg in eine Schaltung gegeben.
Das erste und wichtigste Kenndatum eines Kondensators ist natürlich seine Kapazität. Die anderen werden, so weit es sich nicht um zu spezielle Dinge handelt, nach und nach besprochen.
Die Kapazität eines Kondensators ist linear proportional zur Größe der Plattenoberfläche, sie nimmt mit der Plattenoberfläche zu. Anders verhält es sich mit dem Abstand zwischen den Platten: je geringer der Abstand, um so höher die Kapazität. Um auf möglichst geringem Raum hohe Kapazitätswerte realisieren zu können, sind die Hersteller bemüht, die Dicke des Dielektrikums, das den Abstand der Kondensatorplatten bestimmt, so gering wie möglich zu machen. Einen solchen Kondensator mit sehr dünnem Dielektrikum kann man nicht an eine beliebige Gleichspannung anschließen. Ist die Spannung nämlich höher als ein bestimmter, durch die Konstruktion bedingter Höchstwert, so tritt ein Durchschlag zwischen den Platten auf; meist ist der Kondensator dann für immer unbrauchbar.
Deshalb ist die maximale Spannung, die man an einen Kondensator legen darf, die nächste wichtige Kenngröße. Der Wert ist – evtl. in codierter Form – auf jedem Exemplar aufgedruckt.
So vertragen z.B. die in P.E. - Schaltungen immer wieder verwendeten MKM-Kondensatoren 100 Volt bzw. 250 Volt. Damit ist klar, daß diese Typen in Transistorschaltungen unbedenklich eingesetzt werden können, nicht jedoch z.B. in einem Netz-Entstörfilter, wo die volle Netzspannung über dem Kondensator steht. Für solche Anwendungen gibt es Spezialausführungen mit höherer Arbeitsspannung.
Kondensatoren werden längst in vollautomatischer Produktionsweise hergestellt. Damit ist klar, daß der aufgestempelte Kapazitätswert nicht genau eingehalten werden kann, es gibt Abweichungen, die durch eine weitere Kenngröße des Kondensators erfaßt werden: die Kapazitäts-Toleranz. Meist findet sich im Aufdruck hinter dem Kapazi

So wirkt sich eine höhere Arbeitsspannun auf die Abmessungen von Kondensatore aus: drei Kondensatoren mit 470 nF, jedoch (von unten nach oben) mit 25 V, 100 V und 400 V Arbeitsspannung. Die maximal zulässige Arbeitsspannung ist aufgedruckt, beim untersten Typ allerdings nur lesbar, solange er nicht zu oft angefaßt wurde.



tätswert eine Prozentzahl, die angibt, in welchem Bereich ober- und unterhalb des Nennwertes die tatsächliche Kapazität liegt. Während man heute bei Widerständen sehr leicht die (niedrige) Toleranz von +/–5 % realisieren kann, tun sich die Hersteller bei Kondensatoren etwas schwerer. Im Hobbybereich muß man sich im allgemeinen mit einem Toleranzbereich von +/–10 % zufrieden geben. Die weiteren Kenndaten von Kondensatoren, wie Dielektrizitätskonstante, Temperaturkoeffizient und Induktivität gehören zu den spezielleren Dingen, die, so weit erforderlich, später erörtert werden.

ERHÖHTE ARBEITSSPANNUNG VON KONDENSATOREN

Angenommen, man braucht einen Kondensator mit den Daten: 1 µF/600 Volt und bekommt ihn nirgends. Was dann?
Bild 6 zeigt eine sehr einfache Lösung des Problems. Man schaltet mehrere Kondensatoren mit niedrigerer Arbeitsspannung hintereinander und überbrückt jedes Exemplar mit einem hochohmigen Widerstand. Natürlich müssen die Kapazitätswerte so gewählt werden, daß sich in der Reihenschaltung der gewünschte Wert ergibt: erforderlicher Kapazitätswert mal Anzahl der hintereinandergeschalteten Kondensatoren.
Im gewählten Zahlenbeispiel kommt man damit auf 3 x 1 µF = 3 µF. Dieser Wert ist nicht gängig, man nimmt also 3,3 µF.
Welchen Zweck haben die parallel geschalteten Widerstände? Für Gleichspannung ist der Widerstand von Kondensatoren sehr hoch, im Idealfall unendlich. In der Praxis ist ein Isolationswiderstand vorhanden, aber meist mit üblichen Mitteln kaum meßbar, weil er zu hoch ist. Würde man die Kondensatoren nach Bild 6 ohne die zusätzlichen Widerstände hintereinanderschalten, so bestimmen die Leckwiderstände (so heißen die unerwünschten, endlichen Widerstände von Isolatoren) bestimmen, wie sich die 600 Volt

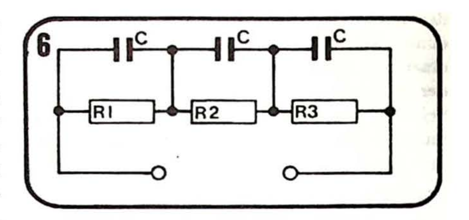
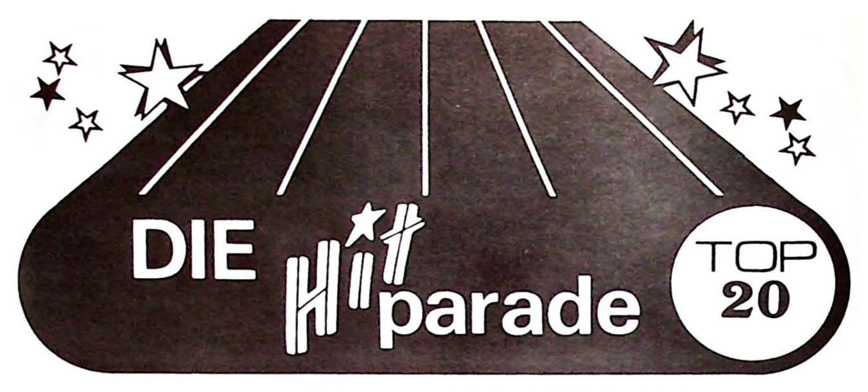


Bild 6. Aus mehreren Kondensatoren mit einer niedrigen Arbeitsspannung kann man durch Reihenschaltung einen Kondensator mit höherer Arbeitsspannung zusammenstellen. Die zu jedem Exemplar parallel geschalteten, hochohmigen Widerstände sind künstliche Leckwiderstände, sie sorgen für eine gleichmäßige Verteilung der Spannung.

über die drei Kondensatoren verteilen.
Hat nun einer der drei einen deutlich höheren Leckwiderstand als die beiden anderen, so steht der überwiegende Teil der Arbeitsspannung doch an nur einem Kondensator. Die hochohmigen Widerstände R1 bis R3 in Bild 6 verhindern dies. Sie sind als künstliche Leckwiderstände mit definiertem Widerstandswert anzusehen, und besonders: als gleich große Leckwiderstände. Hochohmig müssen sie sein, um die Funktion der Kapazität in dieser Schaltung nicht zu beeinträchtigen. Die Spannung von 600 Volt „sieht" nun drei gleich große Leckwiderstände und verteilt sich säuberlich.

(wird fortgesetzt)



IHR SCHALTUNGSWUNSCH IN P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker. Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken - das ist alles.
In P.E.'s Hitparade „TOP TWENTY" werden die 20 meistgenannten Schaltungen aufgeführt . Damit setzt die Redaktion sich und das Labor in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3 Punkten usw. bewertet.

Nr.		Punkte
1	US-Einbruchalarm	1319
2	Black-Box-Verstärker	1034
3	Mischpult in Modultechnik	898
4	Ladegerät für NC-Akkus	754
5	H.E.L.P.	741
6	Syndiatape Bildsynchrone Diavertonung	738
7	Anti-Lichtorgel	730
8	Modellbahnelektronik	693
9	Schwesterblitz	621
10	Kurzwellenempfänger	571

Nr.		Punkte
11	Klangeinsteller in Modul-Technik	561
12	Scheibenwischer-Automat	514
13	Power-Blink-Zentrale	463
14	Umformer für Leuchtstofflampe	431
15	Black-Box-Vorverstärker	418
16	Netzteile, allgemein	328
17	Thermometer	322
18	Vorverstärker-Modul	257
19	Stroboskop	236
20	Frequenzzähler	216

Verkauf: ELEKTRONIKLADEN Hammerstraße 157, 4400 MÜNSTER
Tel.: (0251) 795125, Geöffnet Mo–Fr 9.00–13.00 und 14.30–18.00 Uhr, Sa 9.00–13.00 Uhr

PANTEC

DINO



Elektronisches Meßinstrument
38 Bereiche, 200 KΩ/V D.C.
Meßwerk: 40 µA - 2500 Ω - Klasse 1, V D.C.: 0,1, 0,5, 1,5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · V A.C.: 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · A D.C.: 5, 50, 500 µA, 5, 50, 500 mA, 5 A · A A.C.: 5, 50, 500 mA, 5 A · Ohm D.C.: 1, 10, 100 KΩ, 1, 10, 1000 MΩ · dB: —10 ÷ +66 · VbF: 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · Abmessungen: 156 x 100 x 40 mm · Gewicht: 650 g · **DINO USI:** mit Universalsignalgeber **207,— DM**

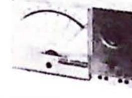
DOLOMITI

Universal-Meßinstrument
39 Bereiche, 20 KΩ/V **D.C. und A.C. · Meßwerk: 40 µA — 3000** Ω — Klasse 1 · V D.C.: 150, 500 mV, 1,5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · V A.C.: 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · A D.C.: 50, 500 µA, 5, 50, 500 mA, 5 A · A A.C.: 5, 50, 500 mA, 5 A · Ohm D.C.: 500 Ω, 5, 50, 500 KΩ, 5, 50 MΩ · Ohm A.C.: 5, 50 MΩ · dB: —10 ÷ +65 · VbF: 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · pF: 0,05, 0,5 µF · Abmessungen: 130 x 125 x 40 mm, Gewicht 600 g
DOLOMITI SPECIAL: mit Überlastschutzsicherung **167,— DM**
DOLIMITI USI: mit Überlastschutzsicherung und Universalgeber **183,20 DM**



MINOR

Taschen-Meßinstrument
33 Bereiche, 20 KΩ/V D.C. · Meßwerk 40 µA 2500 Ω, Klasse 1,5 · V D.C.: 0,1, 1,5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V · V A.C.: 7,5, 25, 75, 250, 750, 2500 V · A D.C.: 50 µA, 5, 50, 500 mA, 2,5 A · A A.C.: 25, 250 mA, 2,5, 12,5 A · Ohm D.C.: 10 KΩ, 10 MΩ · dB: —10 ÷ +69 · VbF: 7,5, 25, 75, 250, 750, 2500 V · Abmessungen: 150 x 80 x 40 mm, Gewicht 350 g **109,40 DM**





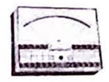
MIKROTEST 80

8 Meßarten mit 39 Meßbereichen
Gleichspannung: 100 mV/ 2/ 10/ 50/ 200/1000 V (Skalenendwert). Wechselspannung: 1,5/10/50/250/1000 Veff, Gleichstrom: 50 µA/0,5/ 5/ 50/500 mA/5 A. Wechselstrom: 250 µA/ 2,5/ 25/250 mA/2,5 A. Widerstand: 1 ... 500 Ω/ 50/ 500 KΩ/5 MΩ. NF-Spannung: 1,5/ 10/ 50/ 250/ 1000 Veff. DB-Bereiche: —10 ... +22/+ 36/+ 50/+ 62 dB. Kapazität: 25/ 250/ 2500/ 25 000 µF. Anzeigegenauigkeit: ±2 % S.E. bei Gleich- und Wechselstrom. Abmessungen/Gewicht: Gerät B 90 x H 70 x T 18 mm — 120 Gramm. Transportetui B 92 x H 97 x T 23 mm. Zubehör: Transportetui, Meßkabelsatz, Kurzschlußstecker LOW Ω, Ohmmeterbatterie, Bedienungsanleitung, 4 Reservesicherungen **77,15 DM.**



680 G

10 Meßarten mit 48 Meßbereichen
Gleichspannung: 100 mV/ 2/ 10/ 50/ 200/500/1000 V (Skalenendwert). Wechselspannung: 2/ 10/ 50/250/1000/2500 Veff. Gleichstrom: 50/500 µA/ 5/ 50/500 mA/5 A. Wechselstrom: 250 µA/2,5/ 25/250 mA/2,5 A. Widerstand: 0,1 ... 30 Ω/Ω x 1/x 10/x 100/x 1000/x 10000 (100 MΩ). Blindwiderstand: 5 KΩ ... 10 MΩ. Kapazität: 5000 pF/0,5/ 20/200/2000 µF. Frequenz: 500/5000 Hz. NF-Spannung: 10/ 50/ 250/1000/2500 Veff. dB-Bereiche: —10 ... +22/+ 36/+ 50/+ 62/+ 70 dB. Anzeigegenauigkeit: ± 2 % des Skalenendwertes bei Gleich- und Wechselstrom. Abmessungen/Gewicht: B 105 x H 84 x T 32 mm/250 Gramm. Zubehör: Kunststoff-Transportetui, 2 Meßkabel mit Prüfspitzen, 2 Aufsteck-Krokodilklemmen, Kurzschlußbügel LOW Ω, Ohmmeterbatterie 3 V, Netzanschlußkabel, Bedienungsanleitung, 4 Reservesicherungen **a 8,80 DM.**



680 R



10 Meßarten mit 80 Meßbereichen
Gleichspannung: 100 /200* mV /2 /4* /10 /20* /50 /100* /200 /400* /500 /1000 /2000*V, Wechselspannung: 2 /4* /10 /20* /50 /100* /250 /500* /1000 /2000* /2500 Veff, Gleichstrom: 50 /100* /500 µA /1* /5 /10* /50 /100* /500 mA 1* /5 /10* Amp, Wechselstrom: 250 /500* µA /2,5 /5* /25 /50* /250 /500* mA /2,5 /5* Amp, Widerstand: 1 ... 500 Ω /10 000 Ω /100 kΩ /1 MΩ /10 mΩ /100 MΩ, Blindwiderstand: 5 KΩ ... 10 MΩ, Frequenz: 500 /5000 Hz, NF-Spannung: 10 /20* /50 /100* /250 /500* /1000 /2000* /2500 Veff, dB-Bereiche: —24 ... +70 dB in 10 Bereichen, Kapazität: 50 /500 nF /20 /200 /2000 /20 000 µF (nF-Messungen mit Netzfrequenz, µF-Messung ballistisch), Anzeigegenauigkeit: ± 1 % des Skalenendwertes bei Gleichstrom, ± 2 % des Skalenendwertes bei sinusförmigem Wechselstrom im Bereich 50 Hz ... 20 kHz, Abmessungen/Gewicht: Etui-Außenmaße B 133 x H 105 x T 55 mm / 300 Gramm, Zubehör: Kunststoff-Trageetui mit Tragbügel als Schrägstellstütze, 2 Meßkabel mit Prüfspitzen, 2 Aufsteck-Krokodilklemmen, Kurzschlußbügel, Ohmmeterbatterie 3 V, Netzanschlußkabel, Bedienungsanleitung, 4 Reservesicherungen **128,80 DM.**
(Angabe des Skalenendwertes, Werte mit * gelten bei gedrückter Taste -A-V x 2-)

Eingangstransistoren

AF 279 S	4,50	BFT 66	6,95
AF 367	3,85	BFX 89	2,95
BF 200	2,40	BFY 90	4,80
BF 314	1,90	MRF 910	22,00
BF 324	1,70	2N 709	2,20
BFR 34 A	7,20	2N 918	1,90
BFR 90	9,60	2N 5179	3,20
BFR 91	11,50		

Kleinleistungs HF Transistoren

BF 115	1,60	2N 3553	3,70
BF 173	1,35	2N 3866	2,95
BF 223	2,35	2N 3866 RCA	3,95
BF 224	0,75	2N 4427	4,60
2N 706	1,45	2N 4427 RCA	4,95
2N 708	1,30	2N 5109	7,60
2N 2219 A	0,95	2N 5913	10,80
2N 2369 A	1,45		

FETs

BF 244 A	1,95	E 430	4,95
BF 245 A/C	1,30	MPF 102	1,40
BF 245 B	1,20	U 310	7,60
BF 246 B/C	2,70	2N 3819	1,00
BF 247	3,75	2N 3820	2,50
BF 256 C	1,90	2N 4391	4,00
E/J 300	1,60	2N 4416	3,60
E/J 310	1,95		

DUAL GATE MOSFETs

BF 900	2,60	40673	3,80
BF 905	2,95	40822	3,65
3N 200	9,95	40841	2,80

LEISTUNGSFETs/MOSFETs

CP 643	28,50	VN 2	10,00
P 8000	4,00		

LINEARE INTEGRIERTE SCHALTUNGEN

AM 686 HC	44,00	LM 723 TD	2,45
CA 3018	4,90	LM 725 M	9,80
CA 3020	9,80	LM 733 D	6,50
CA 3028 A	2,95	LM 741 TDM	1,45
CA 3046	3,95	LM 749 D	7,95
CA 3049	9,90	LM 3900 D	2,95
CA 3052	9,95	MC 1310 P	4,95
CA 3076	11,95	MC 1350	3,90
CA 3080	3,50	MC 1458 T	4,90
CA 3085 A	9,90	MC 1496 D	4,95
CA 3086	2,90	MC 4044	9,80
CA 3089 E	8,95	MK 50395	39,90
CA 3090 AQ	19,80	MK 5009	26,00
CA 3094 AT	5,80	NE 555 M	1,50
CA 3096 A	7,50	NE 556 D	4,90
CA 3130 T	3,85	NE 561	20,00
CA 3140 T	3,85	NE 562	20,00
ICL 8038	14,50	NE 565	6,80
ICM 7038 A	15,90	NE 566	12,50
ICM 7208	69,00	NE 567	8,60
LM 301 AM	2,80	OM 335	37,40
LM 307 M	3,95	S 041 P	4,40
LM 308 T	6,80	S 042 P	4,80
LM 309 K	5,95	SL 610	12,65
LM 317 K	13,90	SL 611	12,65
LM 318 T	9,80	SL 612	12,65
LM 324	4,00	SL 620	19,10
LM 370 D	9,95	SL 621	19,10
LM 371 H	14,80	SL 622	47,30
LM 373 D	14,80	SL 623	34,85
LM 373 H	16,80	SL 624	18,20
LM 375 D	16,00	SL 630	12,00
LM 378 D	16,50	SL 640	23,60
LM 380 D	5,95	SL 641	23,60
LM 380 M	5,95	SP 8515	45,00
LM 381 D	7,80	SP 8600	28,50
LM 703 T	3,95	SP 8601	23,50
LM 709 TD	1,65	XR 2206	16,50
LM 710 D	2,00		

muRATA KERAMISCHE FILTER

SFD 455 B 455 KHz/4,5 KHz — 3 dB/18 KHz — 20 dB	1,95
CFM 455 E 455 KHz/16 KHz — 6 dB/32 KHz — 50 dB	22,80
CFS 455 J 455 KHz/3 KHz — 6 dB/9 KHz — 70 dB	44,00
SFE 5,5 MA 5,5 MHz/150 KHz — 3 dB/550 KHz — 20 dB	1,85
SFE 10,7 MA 10,7 MHz/280 KHz — 3 dB/650 KHz — 20 dB	1,75
SFW 10,7 MA 10,7 MHz/220 KHz — 3 dB/700 KHz — 50 dB	5,20

SONDERANGEBOTE DEZEMBER

gültig bis 31. 12. 77

1N 4148	100/	10,00	IE 500	25,00
1N 4001	50/	10,00	MC 4044 2/	15,00
1N 4007	40/	10,00	LEDS, 5 mm, rot 25/	10,00

30 MHz NACHSETZER

für Gunnplexer, wie in cqDL 10/76 beschrieben. Bausatz enthält alle Bauteile incl. glanzverzinnter u. gebohrter Platine. Ohne Meßgeräte. 89,00 DM

GUNNPLEXER
MA — 87 127 von „Microwave Associates, Inc." beschrieben in cqDL 10/77 (siehe auch „Bausatz 30 MHz Nachsetzer" Paar 725,00 DM

ZÄHLER BIS 10 MHz,
6 stellige 8 mm hohe Anzeige als Digitalskala für den MT 80/20. Einsatz auch in anderen Geräten möglich. Programmierbar auf 9 MHz ZF (z. B. +5,5 MHz VFO) Fertiggerät in HF-dichtem Weißblechgehäuse. Maße: 83 x 106 x 30 mm 190,00 DM

QUARZE & QUARZFILTER

Lagerquarze:

3,2768 MHz, P 12, HC 6/U	11,80
6,5536 MHz, P 12, HC 6/U	11,80
9,00000 MHz, P 30, HC 18/U	16,50
10,245 MHz, P 30, HC 25/U	16,50
10,700 MHz, P 30, HC 18/U	16,50
10,8275 MHz, P 30, HC 25/U	16,50
38,6667 MHz, P 30, HC 25/U	16,50
66,4000 MHz, S, HC 25/U	16,50
71,750 MHz, S, HC 25/U	16,50
96,000 MHz, S, HC 25/U	16,50

Quarzfilter:
9-MHz-SSB-Empfängerfilter, 2,4KHz,-6dB, 5,4KHz-80dB, 500 Ohm/30pF Abschluß, 8pol. Filter, Geh.: 38 x 27 x 20 mm. Typ: QF 9002, incl. SB-Quarze 129,00
10,7-MHz-FM-Filter, aufgebaut aus monolithischen Doppelfiltern, 8pol., Bandbreite ±7,5 KHz, —6dB, ±20 KHz, —80dB, 3000 Ohm/25pF, 19 x 12 x 15 mm.
Typ: QMF 10712 44,80
10,7-MHz-FM-Filter, 8pol., ±7,5 KHz, —3dB, ±25 KHz, —90dB, 910 Ohm/25pF, 38 x 27 x 20 mm.
Typ: QMF 10s7 (QMF 10719) 64,80
Natürlich können wir Ihnen auch (fast) jeden anderen Quarz zwischen 2MHz und 105MHz zuschleifen. Genaue Angaben dazu finden Sie in unserem Katalog '77.

Wenn Sie in unserer Anzeige den neuen TEXAS FET
P 8000
(SOT 32 Gehäuse/ 3W Verlustleistung/ Drainstrom 150 mA max/ Steilheit 18 mS/ 11 dB Verstärkung (200 MHz/ siehe auch cqDL 11/77) noch nicht gefunden haben, suchen Sie bitte nochmal unter „Leistungsfets/Mosfets" weiter oben.

HF Steckverbindungen

N-Norm

N 01/6	Stecker f. RG 58	7,90
N 01/11	Stecker f. RG 213	6,70
N 13	Flanschdose	6,30
N 16/6	Flanschkupplung	11,20
N 21	Verbinder 2 x Dose	8,75
N 23	Winkelstück	17,60
N 24	T-Stück	24,10
N 25	Verbinder 2 x Stecker	14,30

Adapter

ADP 12	BNC Dose auf UHF Stecker	6,40
ADP 13	N Dose auf UHF Stecker	13,10
ADP 20/2	2 Bananenbuchsen auf BNC Stecker	12,80
ADP 21	UHF Dose auf BNC Stecker	8,90
ADP 23	N Dose auf BNC Stecker	12,60
ADP 31	UHF Dose auf N Stecker	13,10
ADP 32	BNC Dose auf N Stecker	10,30

Eigentlich sollte ihn ja schon jeder OM haben!
Für die, die ihn noch nicht besitzen, sei es noch mal gesagt:
Unseren 160 Seiten dicken, mit Information vollgestopften
KATALOG '77
erhalten Sie von uns gegen 2,50 DM in Briefmarken.

Verkauf und Versand: ELEKTRONIKLADEN Wilhelm-Mellies-Str. 88, 4930 DETMOLD 18
Stadtteil Pivitsheide, Tel.: (05232) 8238, Geöffnet Mo–Fr 9.00–13.00 und 14.30–18.00 Uhr, Sa 9.00–13.00 Uhr

Inserenten Verzeichnis

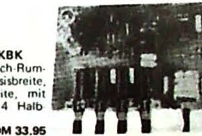
Inserenten Verzeichnis

1-Kanal-Modul, 1000 W, 220 V . . . . a DM 6,90
ab 10 Stück . . . . a DM 5,80
Mikrofonlichtorgel, 3x 1000 W, 220 V, 3 Kanäle,
Bausatz . . . . DM 39,50
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertigbaustein . . . . DM 49,20
Pausenkanal, 1000 W, f. sämtl. Lichtorgeln, Bs. DM 12,95
RC-Tongenerator, 35 Hz-40 kHz, Sinus 0,8% Klirrfaktor,
Bausatz . . . . **DM 23,50** Passendes Gehäuse . . . . DM 8,90
Netzteil für RC-TG, Bausatz . . . . DM 8,15
TCA 730/740, Klangregelteil mit IC von Valvo, kompletter
Bausatz mit Potentiometer, Stereoausführung . . DM 44,25

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . . . DM 29,95
10-Kanal-Lauflicht, 10x 500 W, 220 V, Bausatz DM 52,50
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
15-W-Hi-Fi-Endstufe, 15 Hz-80 kHz, 0,1% Klirrf. DM 27,50
Netzgerät, 0-22 V stufenlos regelbar, max 2 A,
Bausatz . . . . DM 18,95
Passender Netztrafo, 24 V, 1,7 A . . . . DM 14,95
Halbleiter Vergleichsliste, 13 000 Halbleiter . . DM 4,95
Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs. . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . DM 5,20
3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sireneton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . DM 12,95
Sensor-Tip-Schalter mit Relais, zum Ein-/Ausschalten von Geräten, Schaltleistung max. 2600 W, 220 V, Bs. DM 12,55
Telefonverstärker, Fertiggerät . . . . DM 24,95
Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . . . . . . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,00 **Hallspirale RE-6** DM 11,50
Elektronischer Lesley, Bausatz . . . . DM 23,95

Elektrische Luftpumpe, max. 1,2 atu, für 12-V-Auto ansch. . . . . DM 35,95
309 K Netzteil für TTL-Stromversorgung, Ausg. 5 V 1 A,
Bausatz . . . . DM 16,95
Passender Netztrafo für Netzteil 309 K . . . . . DM 12,85
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit sender, kpl. DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate,
Bausatz . . . . DM 27,50
Lichtdimmer, 400 W, zum Unterputzeinbau, betriebsbereit DM 19,95

Cu-kasch. HP-Plätten, Sortiment ca. 500 qcm . . DM 2,50
Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment 1 kg . . . . DM 10,00
Mini-Zähler, Funkschau, 10 Hz-5 MHz, Bausatz DM 172,00
Passender Gehäusebausatz für Mini-Zähler . . . . DM 24,90
Sinclair-Multimeter DM 2, komplett . . . . DM 380,00



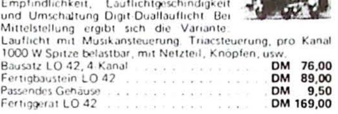
Preisschlager aus Eigenimporten:
Digitaluhr mit 6 Funktionen, Edelstahlarmband verstellbar, Schnellverschluß, 1/2 Jahr Garantie. Stunden, Minuten, Sekunden, Tag, Monat, Datum
DG-Uhr . . . . DM 49,00
ab 3 Stück . . . . a DM 45,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bs. DM 59,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bst. DM 74,00
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W,
Bausatz . . . . DM 64,95
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W,
Fertigbaustein . . . . DM 79,00

LIGHT 2000 das Lichtsteuergerät der Superlative. Das 4kanalige Gerät hat pro Kanal eine Belastbarkeit von 2000 Watt, 4 Triacs auf Fingerkühlkörper. Auf die Grundplatte werden 5 Baugruppen (Module) mit Steckerleisten aufmontiert. Das Light 2000 bietet folgende Möglichkeiten: a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv), b) 4-Kanal-Digitallichtorgel, c) 4-Kanal-Lauflicht mit Hellsteuerung oder Dunkelsteuerung, d) 4-Kanal-Lauflicht mit Musikansteuerung, e) sämtliche oben aufgeführten Variationen können gedimmert werden. Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung. Dadurch ist ein vollkommen Störungsfreier Betrieb möglich. Das ideale Gerät für Musiker und Diskotheken, 13seitige Beschreibung. Best. 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, 3 Regler, 1 Tastensatz.
Bausatz LIGHT 2000 . . . . **DM 249,00**
Fertigbaustein . . . . **DM 298,00**
Platinensatz (6 Stück) mit 13seitiger ausführlicher Beschreibung mit Bauanleitung, Oszillogrammen, usw. . . DM 38,00
Fertiggerät LIGHT 2000 im Profilgehäuse, Kunstleder mit 4 Doppelsteckdosen. Frontpl. (Aluminium, schw.) DM 598,00

Lichtschweller, Frequenz von 0,3-5 Hz stufenlos einstellbar. Die Lichtintensität geht von Dunkel bis volle Helligkeit. Das Licht blinkt also nicht, sondern schwillt langsam an und wieder aus. Die Frequenz dieses Vorganges läßt sich mit einem Potentiometer einstellen. Am Ausgang kann man 220-V-Lampen, max. 1000 W, anschließen. Steuerung durch Triac. Bausatz Lichtschweller . . . . DM 26,95



LO 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht. 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . DM 76,00
Fertigbaustein LO 42 . . . . DM 89,00
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . DM 169,00



LOB 14, 3-Kanal-Lichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Vorregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Spezial-NF-Übertrager, dadurch spricht diese Lichtorgel bei kleiner Lautstärke voll an. Platine 20 x 5,5 cm. Leistung 3x 1000 W, 220 V
Bausatz LOB 14 . . . . DM 22,95
Fertigbaustein LOB 14
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . . . DM 9,50
Betriebsbereites Gehäuse mit LOB 14 . . . . DM 34,50



NEU: LOB 30 Mini, 3-Kanal-Lichtorgel wie LOB 14, jedoch ohne Vorregler, komplett mit Platine, Knöpfen, Potis, usw. 3x 1000 W
Bausatz LOB 30 . . . . DM 19,95
Fertigbaustein . . . . DM 24,50
Passendes Gehäuse mit Beschrifteter Frontplatte DM 5,95

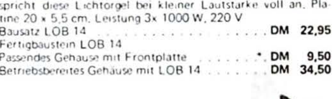
20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung + 18 dB
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . DM 14,90

30-W-HiFi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleitern, NTC usw.
Bausatz TE 30 . . . DM 29,85
2 Stück . . . . . . DM 55,00
Mononetzteil . . . . DM 22,50
Stereonetzteil . . . . DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1V/50 kOhm, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin . . . . DM 39,50
2 Stück . . . . DM 77,00
Mononetzteil . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe, Bausatz . . . . DM 55,00
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . DM 88,00
Mononetzteil **DM 52,00** Stereonetzteil **DM 74,00**

Hochwertiger Stereo-Verstärker 100
Stereo-Vorverstärker für sämtliche Endstufen geeignet. 4 Umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner magn., Plattenspieler, frei Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung + 20 dB, 15 bis 70 kHz, 25-60 V.



Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhörerausg., 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . DM 33.95

Audioskop zum Sichtbarmachen von NF-Signalen aus Tonb., Plattenspieler, Radio, aus dem Fernsehschirm, Bs. DM 14,25
Geräuschschalter mit Kristallmikrofon, Bausatz DM 32,95
Passendes Gehäuse dazu . . . . . . DM 9,50

Fernsehspiel Viedeo 3000, komplett DM 189,00
Netzteil dazu . . . . . . DM 18,00
Fernbedienung . . . . . . DM 39,50
Gewehr . . . . . . DM 78,00

60-W-Siemens-Endstufe, 10 Hz-30 kHz, 0,4% Klirrfaktor DM 47,90
Netzteil Mono . . . . . . DM 37,95
Netzteil Stereo . . . . . . DM 56,00

Fingerkühlkörper, TO-3-Lochung . . . . . . DM 1,00
BC237, BC 238, BC 239 C, BC 307
10 St. **DM 3,00** 100 St. **DM 25,00** 1000 St. **DM 200,00**
Auch gemischter Abnahme möglich!
Thyristoren, 400 V, 6 A, Plastik . . . . . . à DM 1,95
ab 10 Stück . . . . . . à DM 1,50
Triacs, 400 V, 6 A, TO 66, Metallgehäuse . . . . à DM 2,95
ab 10 Stück . . . . . . à DM 2,20

UKW-Sender HF 65, 60-145 MHz, Bausatz . . . . DM 24,00
UKW-Empfänger, Bausatz . . . . . . DM 26,50
Antennenverstärker HF 395, Bausatz . . . . . . DM 14,95
Antennenverstärker, betriebsb. f. Auto m. Kabel DM 21,95
Netzteil 1341, 5-25 V, 4 A stufenl. regelb., Bs. DM 39,20
Passender Netztrafo für 1341, 4 A . . . . . . DM 29,50

Lautsprecherbespannstoff, 75 cm breit, schwarz, beige, 1 m . . . . . . DM 9,25
CA 3086, Original-RCA, Sonderpreis . . . . . . DM 1,85
Netztrafos für gedr. Schaltung EJ 30, 12 V, 1 VA DM 4,25
6 V, 1 A . . . . . . DM 4,25

2x 5 V, 2x 250 mA	6,95	2x 12 V, 2x 200 mA	7,95
2x 12V, 2x 1 A, M 55	13,95	2x 12V, 2x 1,7A, M65	13,95
1x 8 V, 3 A, M 55	11,95	1x 33 V, 3 A, M 65	23,95
2x 33 V, 2x 3 A, M 85	32,00	2x 24V, 2x 3A, M85	32,00
1x 42 V, 2 A, M 74	24,50	2x 42 V, 4 A, M 85	32,00
1 x 24 V, 4 A, M 74	29,50	1x 18 V, 2 A, M 55	13,95



TVV 2000 Hi-Fi-Stereoverstärker in Kompaktausführung mit 2x 40 W Musikleistung, Klirrfaktor kleiner 0,5%, Frequenzgang 18 Hz bis 24 kHz, Höhen-Tiefenregelung + 18 dB, Ausgänge kurzschlußfest, Lautsprecherausgänge 4-8 Ohm. Die vier Diodenbuchsen, zwei Lautsprecherbuchsen, 4fach-Tastensatz und die vier Stereopotentiometer für Lautstärke-, Höhen-, Tiefen- und Balanceregelung werden auf die Platine gelötet. Es sind keinerlei Verdrahtungs- und Abgleicharbeiten nötig. Vier umschaltbare Eingänge für Mikrofon, Magnet- und Kristallplattenspieler, Tonband oder Tuner. Platine 28 x 20 cm. Der Platz für den Netztrafo ist aus der Platine ausgesägt.
Bausatz TVV 2000 mit Netzteil komplett . . . . DM 159,00
Fertigbaustein TVV 2000, Geprüft . . . . . . DM 199,00

LO 77: Lichtorgel wie LOB 14, jedoch komplett mit gestanztem Gehäuse für 3 Einbausteckdosen, NF-Buchse, Netzkabeldurchführung, 4 Löcher an der Frontplatte für Regler, Netzkabel, 3adrig
Bausatz LO 77 . . . . . . DM 44,95
Fertiggerät LO 77 . . . . . . DM 59,00
Gestanztes Gehäuse leer . . . . . . DM 12,95
Passende Steckdosen . . . . . . DM 2,50

Entstörsatz für sämtliche Lichtorgeln geeignet, bestehend aus Drossel und Entstörkondensator und Einbauanleitung, auch für Dimmer.
Entstörsatz 1 Stück . . . . **DM 3,95** 3 Stück **DM 11,00**

Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektorlampe, rot, weiß, gelb, grün, blau **DM 11,50**
Neu ab DM 9,90 Comptalux color Reflektor- ab 12 Stück . . . . . . à **DM 9,90**
AFS-Strahlerfassung alls. schwenkb., Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage, E 27 . . . . . . DM 11,50
ab 12 Stück . . . . . . ab DM 9,90

NEU! Digitaluhr mit Wecker, Typ 2020
DM 66,00. Kompl. Bausatz mit 7-Segment-Anzeige, 12,5 mm, grün-blau, alle Bauteile, mit Leiterpl., Netztrafo, IC usw., mit Netzausfallanzeige, 24-Std.-Betrieb, 24-Std.-Wecker, Schlummerautom., Std.-Min., od. Min.-Sek.-Anzeige (umschaltbar), autom. Helligkeitsregelung, verwendbar als Stopuhr, netzsynchron, 220 V . . . . DM 66,00
Gehäuse mit Scheibe und Netzkabel . . . . DM 10,50
Digitaluhr-Baus. wie ob., jed. o. Wecker, DU 2000 DM 48,80
Gehäuse, Kunststoff, mit Scheibe . . . . . . DM 7,90

Netzgerät 723, Spannung regelbar 2-37 V, max. Strom 3 A. Restbrumm 100 uV. IC-geregelt, eingeb. Strombegrenzung. Bausatz . . . . . . DM 28,95
Trafo 24 V, 1,7 A (Regelbereich 2-28 V, 1,7 A) DM 13,95
Trafo 33 V, 2 A (Regelbereich 2-37 V, 2,0 A) DM 24,50
Scharzlicht, Lampe, 220 V, 75 W, FAssung E 27 normal, kein Vorschallgerät erforderlich DM 5,90
ab 10 Stück . . . . . . à DM 4,80

TRIAC-BLINKLICHT (Lichtpulser) Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen, bis 500 W belastbar
Bausatz Lichtpulser . . . . . . DM 14,50

Elektronische Sirene, 6-15 V, auf- und abschwellender Ton für Alarmanlage, Modellbau usw. Bausatz . . . . . . DM 12,00
Magna Flash, Lichtblitzstroboskop wie Abb. 3-17 mal regelb., betriebsber. Ger. **DM 79,25**
Lichtblitzstroboskop, Frequenz 1-10 Hz regelbar, 220 V, Hochleistungsblitzröhre.
Bausatz 80 W/sek. . . . . . . DM 31,50
125 W/sek. . . . . . . DM 38,50

Hi-Fi-Verstärker 4-100 W
4-W-IC-Verstärker 6-12 V, 40 Hz-14 kHz, 1% Kl.
Bausatz TV 4 **DM 13,50** Baustein TV 4 **DM 18,50**
10-W-IC-Verstärker, 12-24 V, 40 Hz-15 kHz, 0,8% Kl., U eing. 50 mV!
Bausatz TV 10 **DM 17,95** Ba[illegible] **DM 24,50**

Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.
Klatschschalter komplett . . . . . . à DM 36,35
ab 3 Stück . . . . . . à DM 34,35
ab 10 Stück . . . . . . à DM 28,00
bei größeren Stückzahlen bitte Angebot anfordern

3-Kanallichtorgel, 3x 1000 W mit NF-Automatik, Triacsteuerung, aktiven RC-Filtern (2 Transistoren je Kanal), Netzteil, NF-Vorverstärker, Sicherung, Eingangsempfindlichkeit 0,1 W!
Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . . . DM 42,50
Baustein . . . . . . DM 54,00
Passendes Gehäuse, Plastik m. beschr. Frontplatte . DM 9,50
LOB 5/1000 AV. Daten wie oben, jedoch 5 Kanäle.
Bausatz LOB 5/1000 AV . . . . . . DM 56,90
Baustein . . . . . . DM 68,00
Passendes Gehäuse mit beschrifteter Front . . . DM 9,50

Lauflichtsteuergerät, 4-Kanal, 4x 500 W. Vier Kanäle werden nacheinander durchgesteuert, Frequenz 1-10 Hz regelbar.
Baustatz LFL . . . . . . DM 42,00
Baustein . . . . . . DM 52,00
Passendes Gehäuse m. beschr. Frontplatte . . . DM 9,50

DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . . . DM 128,00

Disco-Lichtorgel 20, Baugruppe wie LOB 14, Gehäuse, Frontplatte usw. wie Disco 10.
Bausatz Disco-Lichtorgel 20 . . . . . . DM 62,95
Fertiggerät Disco-Lichtorgel 20 . . . . . . DM 99,95
Bitte kostenlos Katalog anfordern!
Wiederverkäufer bitte Händlerliste anfordern!

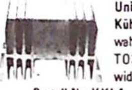
SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 525 · Tel. 09251/6393

Die nächsten Anzeigenschlußtermine:

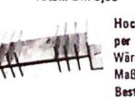
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 7=	22. Mai 1978
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 8=	19. Juni 1978
POPULÄRE ELEKTRONIK Nr. 9=	24.Juli 1978

Sie verlängern die Lebensdauer Ihrer Eigenbau-Elektronik.

MIT KÜHLKÖRPERN



Universal-Hochleistungs-Kühlkörper, Lochung wahlweise ein-od. zweimal TO3 (2N 3055), Wärmewiderstand 2° C/W.
Bestell-Nr. KKL4
1Stck. DM 3,65 — 10Stck. DM 32,95



Hochleistungskühlkörper mit Kombiloch TO3 Wärmewiderstand 2°C/W Maße: 115x38x63mm.
Best.-Nr. KKL 20
1Stck. DM 3,40

Fingerkühlkörper mit Kombilochung für TO3, TO66 und TO 99,25mm hoch.
Bestell Nr. KKL 21
1Stck. DM 1,60
10Stck. DM 12,80

Kühlkörper in U-Form, Maße: 40x25x22mm.
Bestell-Nr. KKL 55
1Stck. . . . . . DM 0,45
10 Stck. DM 4,00



Federkühlkörper für Transistoren, Thyristoren u.Triacs im TO-5 Gehäuse schwarz gebeizt. Best.Nr. KKL 14.
1 Stck . . . . . DM 0,30
10 Stck. . . . . DM 2,70
100 Stck . . . . DM 24,30

Kühlkörper für Plastiktransistoren mit SOT-32-Geh., gelocht. Best.Nr. KKL 15
1 Stck . . . . . DM 0,80
10 Stck. . . . . DM 7,20

Kühlsysteme für TO-5-Transistoren. Best.Nr. KKL23. . . . .
1 Stck . . . . . DM 0,50
10 Stck. . . . . DM 4,00

Spezialbefestigungsschelle für Gleichrichter.
Best. Nr. KKL31
1 Stck. . . . . . DM 0,50
10 Stck. . . . . DM 3,00

Kühlkörper für 14- bis 16pol. ICs, zur Kühlung f. LeistungsICs, wird einfach aufgeklebt. Ausführung: Alu schwarz eloxiert, Wärmewiderst. 45°C/W. Maße: 643x19x4,8mm. Best.Nr. K14/16B
1Stck. DM 0,60 — 10Stck. DM 5,40
100Stck. . . . . DM 48,60

SK 1 1kg Kühlkörper, sort. DM 10,85
SK 2 10kg Kühlkörper, sort. DM 68,00

Bananenstecker, ⌀4mm, trittfeste Ausführung, berührungssicher, vollkontaktgeschlitzt, mit Seitenschraube. Lieferbare Farben: rot, schwarz, weiß, blau, grün, gelb und orange.
Typ: BTS 7 1Stck. DM 0,20
10Stck. DM 1,50

Klemmprüfspitze m. Greifzange u. flexiblem Schaft. Maße: 157mm, Schaft 100mm lang, für Stifte mit 4mm Innen-⌀. In Rot und Schwarz. Best.Nr. KLEPS 30, 1Stck. DM 5,50 — 10Stck. DM 48,50

Preiswerte Kleinteile und Gehäuse

Quarze für das 11m-Band!
Kanal 4-15 Sender Empfänger
1 Stück..........nurDM 1,95

HF-Steckverbinder 50 Ω
SO 239; PL 259M; 359M; 358M; UG175
PL 258

Typ	Verwendung	1St.	10St.
PL 259	HF-Stecker	DM 2,80	25,40
M 359	HF-Winkelst.	DM 4,30	38,70
UG 175	HF-T-Stück	DM5,90	53,00
M 358	Reduzierst.	DM 0,55	4,95
PL 258	HF-Kuppl.	DM 1,95	17,50
SO 239	HF-Flanschb.	DM 2,45	22,00



Stufenschalter, 2x12 Kontakte, versilbert. Ideal für CB-Funk Quarzschleuder (Quarzschleidder)
Bestell-Nr. DS 12
1 Stck. DM 3,50 — 10 Stck. DM31,50
NEU! NEU! NEU! NEU! NEU!

Dummy-Load (5W) mit Glühlampe und Stekker PL 259. Ermöglicht Messungen am betriebsbereiten Funksprechgerät.
Best.Nr.: NDL-5
1 Stck. DM 5,95 — 10 Stck. DM 53,55

Kleingehäuse
Zweiteilige Gehäuse aus Kunstst
Kleingehäuse
Zweiteilige Gehäuse aus Kunststoff in 3 Größen. Boden hellgrau, Haube hellgrau Montage von Leiterplatten möglich d. Gewinde im Gehäuse. Europakarte paßt in ET 4.
ET 2, 120x65x40 mm . . . . . DM 6,85
ET 3, 150x80x50 mm . . . . . DM 7,70
ET 4, 188x100x60 mm . . . . DM 11,25

Preisw. Kunststoffgeh. mit verschraubbarem Boden.
110x60x30mm.
Bestell Nr. GE 88
1 Stück. . . . . DM 2,90

Steckergehäuse mit angespritztem Normstekker bietet sich an zum Einbau von Kleinnetzteilen. Maße: 100x50x40 mm.
Bestell Nr. ET 50
1Stck. 9,65 10Stck. 86,85

Alu-Kleingehäuse.
Anwendung: Universalgehäuse für flache, abgeschirmte Geräte. Ausf. Chassisteil u. Haube aus 1-mm-Alublech. Maße: 102x28x72mm. Best.Nr. GE 3 1Stck. DM4,50

OPPERMANN electronic

Dühlfeld 29 · 3051 Sachsenhagen · Telefon (0 57 25) Sa.-Nr. 10 84 · Telex 9 72 223

Unsere General-vertretungen:

Schweiz:	Thali AG, 6285 Hitzkirch, Telefon (0 41) 85 12 70
Belgien:	Oppermann-Belgie, 3180 Westerlo, Tel. (0 14) 54 51 95
Österreich:	Target electronic, 6820 Frastanz, Tel. (0 55 22) 2 15 29
Dänemark:	O. B. Carlsen, 6400 Sonderborg, Telefon)04) 42 70 45
Norwegen:	OSLO Hobbysenter A/S, Oslo, Tel. (02) 67 90 50

Hamburger Elektronik Versand

Wandsbeker Chaussee 98 - D-2000 Hamburg 76 - Tel (040) 25 50 15 - Telex 213 369

NB 35 Stabilisiertes Netzteil
regelbar 1–30 V/0–5 A.
Spannungsbereich 1–30 V regelbar,
Strombereich 0–5 A regelbar,
HF und Restwelligkeit am unbelasteten Ausgang 0,2 mV eff unbew.,
bei 5 A Strom 5 mV eff,
Eingangsspannung
32 V max. Trafospannung
Lastausregelung 0,08% typ.,
Abmessungen (o. Kühlk.) 100x160mm
Erforderl. Trafo 32 V M 102 b



Kompletter Bausatz DM 159,50
Trafo DM 55,–

INFRAROT-NEU



Infrarot Sender HSU 22 DM 2,80
ab 10 DM 2,50
Infrarot Sender m. Reflektor
P tot 210 mW ø 5 mm DM 4,95
Infrarot Empfänger (NPN)
HSU 44 ø 5 mm DM 2,80
ab 10 DM 2,50

Empfänger mit eingebautem Infrarotfilter DM 7,95

ENERGIE AUS SONNEN-LICHT

EXPERIMEN-TIER-SOLARSET

Solarzelle: 0,45 V/190 mA
Spezialmotor: 0,35 V – 6 V
30 – 270 mA
DM 29,50



7-SEGMENT-Ziffern-Anzeigen



Typ	Hersteller	Ziffernhöhe	Farbe	A/K	1 Stck	ab 6 Stck
HA 1081	SIE	8 mm	rot	A	4,30	3,95
HA 1083	SIE	8 mm	rot	K	4,30	3,95
HA 1101	SIE	10 mm	rot	A	4,50	4,20
HA 1103	SIE	10 mm	rot	K	4,50	4,20
HP 7730	HP	8 mm	rot	A	4,95	4,50
HP 7732	HP	8 mm	rot	+ – Anz. A	4,95	4,50
HP 7750	HP	11 mm	rot	A	5,95	5,50
HP 7752	HP	11 mm	rot	+ – Anz. A	6,95	6,50
CQY 91 A	TFK	13 mm	rot	A	4,75	4,40
CQY 91 K	TFK	13 mm	rot	K	4,75	4,40
CQY 92A	TFK	13 mm	grün	A	5,70	5,30
CQY 92K	TFK	13 mm	grün	K	5,70	5,30
CQY 93A	TFK	13 mm	gelb	A	6,50	5,95
CQY 93K	TFK	13 mm	gelb	K	6,50	5,95
DL 747	L	15 mm	rot	A	7,95	7,50
CQY 84	V	19 mm	rot	A	5,95	5,50
Minitron 3015 F	Imp Jap	8 mm	Glühfaden		6,95	6,50
GL9R10	Imp Jap	26 mm	rot	A	11,95	10,50

Abkürzungen: SIE = Siemens – HP = Hewlett Packard
TFK = Telefunken – L = Litronix – V = Valvo
Imp. Jap. = Import Japan
A/K bezeichnen gemeinsame Anode oder Kathode.

LEUCHTDIODEN

LED	rot	grün	gelb
Subminiatur	LD 50 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 50 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 50 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
3 mm ø	LD 4480 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 4480 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 4480 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
5 mm ø	LD 20 1 Stck. 0,45 ab 10 Stck. 0,40	GRD 20 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45	GED 20 1 Stck. 0,50 ab 10 Stck. 0,45
anreihbar	V 146 P 1 Stck. 0,80 ab 10 Stck. 0,75	V 147 P 1 Stck. 0,85 ab 10 Stck. 0,80	V 148 P 1 Stck. 0,85 ab 10 Stck. 0,80
Einbaufassung mit Innenreflektor mit LED 3 mm ø	HRT 85 A 1 Stck. 2,40 ab 10 Stck. 2,20	HRT 86 B 1 Stck. 2,50 ab 10 Stck. 2,30	HRT 87 C 1 Stck. 2,50 ab 10 Stck. 2,30

Infrarot-Sender HSU 22
Diode 5 mm ø . . . . 1 Stck. **DM 2,80**
10 Stck. **DM 2,50**
Infrarot-Empfänger HSU 44
Diode 5 mm ø . . . . 1 Stck. **DM 2,80**
10 Stck. **DM 2,50**

LINEARE IC

AY3-8500	18 50	MK 50362	24 50	UAA 180	5 90
CA 3046	3 50	MK 50398	29 95		
CA 3060 E	9 50	NE 550	6 95	UA 703 to	1 95
CA 3085	2 90	NE 555 md	0 95	UA 709 to	1 50
CA 3086	3 50	NE 556 d.i.	2 65	UA 709 d.i.	1 20
CA3130TO	4 95	SN 76131	2 95	UA 709 d.p	1 20
CA3140TO	3 95	SO 41 p	3 75	UA 741 to	1 40
F 3817	15 50	SO 42 p	3 95	UA 741 d.i.	1 20
ICL 8038	12 95	TAA 761 A	2 60	UA 741 d.p.	0 95
ICM7038	12 60	TAA 861 A	2 50	UA 747	2 00
LD 110/111		TBA 120	2 30	UA 748 to	2 50
	47 50	TBA 120 S	2 40	UA 748 d.p.	1 80
LM 324	2 30	TBA 810 S	3 50		
LM 3900	2 50	TCA 280	5 95	XR 2206	15 50
MC 1458	2 60	TCA 730	8 20	XR 2207	15 50
MC 1310 P (XR)		TCA 740	8 20	XR 2216	17 50
	4 50	TDA 2002	6 50	XR 567	6 95
MM 5314	8 95	TDA 2020	10 90	95 H 90	23 50
MM 5316	14 50	UAA 170	5 90	9582	6 90

CA 3060 E	DM 9,50
CA 3130 TO	DM 4,95
BPW 21	DM 9,95
CA 3140 TO	DM 3,95
LD 110/111	DM 47,50
LM 391-80	DM 7,95
MK 50398	DM 29,95
RC 4150	DM 8,95
S 566 B !!	DM 16,80
TCA 280	DM 5,95
TCA 730	DM 8,40
TCA 740	DM 8,40
TDA 2002	DM 6,50
TDA 2022	DM 10,90
XR 2206	DM 15,50
XR 2207	DM 15,50
XR 2216	DM 17,50
XR 567 dip	DM 6,95

SM 236 N Spezial-Kleinstbohrer



mit enormer Leistung und absol. zentr. Lauf, mit 3 verschied. Spannbacken sowie 4 Bohrklingen u. Fräseinsätzen, 2 Schleifeinsätzen, je 1 Trennscheibe, Filzscheibe u. Stahldrahtbürste. Betriebsspannung 9 u. 14 V= (durch einfaches Umstecken) oder durch Netzgerät. Komplett in Plastikkasten 53,60
BST 237 passender Bohrständer für horizontalen oder vertikalen Einsatz 25,20

SM 2313 K Kunstkoffer kpl. m. SM 236 N u BST 237

und 30 verschiedenen Fräs-, Bohr- und Schleifeinsätzen: 13 Fräs- und 4 Bohrklingen, 5 Schleifeinsätze, 4 Bürsteneinsätze, je 1 Trenn-Filz-, Lammfell- und Schmirgelscheibe. Ein dickes Schaumstoffpolster sorgt für sicherem Transport. Koffergr.: 265 x 350 x 87 mm kompl. 99,–
FW 238 biegsame Welle 22,50

NEU! MINI DIGITAL MULTIMETER "SINCLAIR" DM 35
TECHNISCHE DATEN:

3½ stellige 6 mm LED Anz.
Automat. Polaritätsumschalt.
Grundgenauigkeit 0,5%

17 Meßbereiche

GLEICHSPANNUNG
1 mV - 1000 V
WECHSELSPANNUNG
1 V - 500 V
GLEICHSTROM
1 μA - 200 mA
WIDERSTÄNDE
1 Ohm - 20 Mohm
Maße: 155 x 75 x 30
mit Meßkabel und Batterie . . . . **DM 198,–**
Netzteil . . . . DM 19,50
2 A Shunt . . . . DM 14,50
BEREITSCHAFTSTASCHE DM 14,95

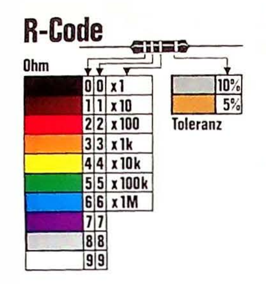


Achtung! Brandaktuell!

MA 1013 C DAS NEUE UHRENMODUL MIT 18 mm HOHEN ANZEIGEN
Eine komplette Uhr, zu der Sie nur noch Trafo und Taster benötigen. 24 Std. Anzeige-Sekundeneinblendung -Netzausfallanz. Radio-Weckschaltung-Summerweckeinrichtung – etc. Maße: 77 x 35 x 15 mm mit ausführlichen **Unterlagen . . . . nur DM 32,50**
Spezial Trafo . . . . DM 8,50
Taster- und Schaltersatz . . . . . DM 5,50
Summer . . . . DM 3,50

IC-Kontakte auf Endlosträger einfachste Montage 100 St. Kontakte DM 3,20

Preise inkl. Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt per Nachnahme



R-Code

Ohm

Farbe	1. Ziffer	2. Ziffer	Multiplikator
schwarz	0	0	x 1
braun	1	1	x 10
rot	2	2	x 100
orange	3	3	x 1k
gelb	4	4	x 10k
grün	5	5	x 100k
blau	6	6	x 1M
violett	7	7	
grau	8	8	
weiß	9	9	

Toleranz	
silber	10%
gold	5%

DERPE-VERLAG-GMBH ● Postfach 1366 ● 5063 Overath
Postvertriebsstück -G 4460 EX- Gebühr bezahlt